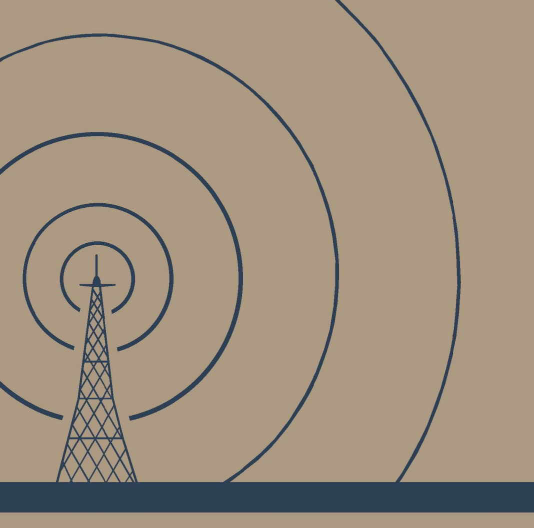
МАССОВАЯ РАДИО-БИБЛИОТЕКА

В. К. ЛАБУТИН

ПРОСТЕЙШИЕ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ КОНСТРУКЦИИ





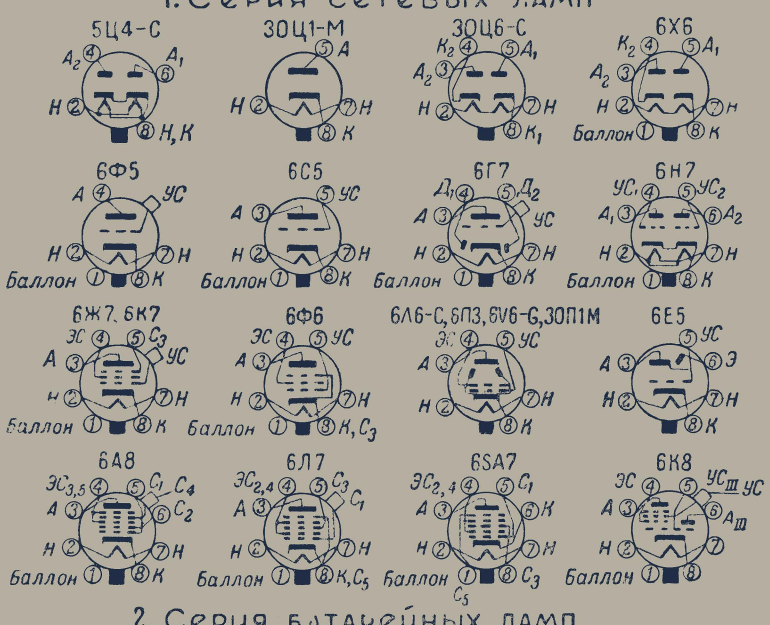
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

ЦОКОЛЕВКА

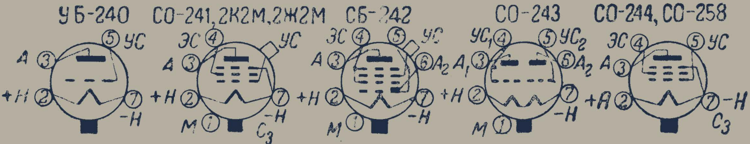
основных типов приемоусилительных



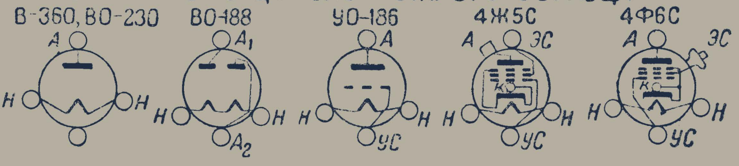




2. Серия батарейных ламп



3. Лампы с цоколем старого образца



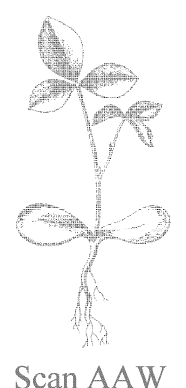
МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 53

В. К. ЛАБУТИН

ПРОСТЕЙШИЕ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ КОНСТРУКЦИИ





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1949 ЛЕНИНГРАД

Настоящий выпуск является продолжением брошюры «Я хочу стать радиолюбителем». В нем даются описания устройства и принципов работы простых самодельных конструкций: первой приемной радиолюбительской установки — антенны и заземления и простейшего детекторного радиоприемника, усилителей низкой частоты к детекторному приемнику, радиограммофона, сетевого и батарейного приемника прямого усиления и коротковолнового конвертера. В заключение описания каждой конструкции приводятся рецепты по дальнейшему усовершенствованию ее. Брошюра рассчитана на начинающего радиолюбителя.

СОДЕРЖАНИЕ

Редактор *И. И. Шумский* Техн. редактор *Л. М. Фридкин*

Сдано в пр-во 26/VII 1949 г. Подписано к печати 27/XII 1949 г. Объем 6 п. л.
6 уч.-авт. л. Тираж 100000 Формат бумаги 84×108 1/32
А-16599 40 000 тип. знаков в 1 печ. л. Заказ № 226

Типография Госэнергоиздата МЭС, Москва, Шлюзовая наб., 10.

ГРОЗА И РАДИО

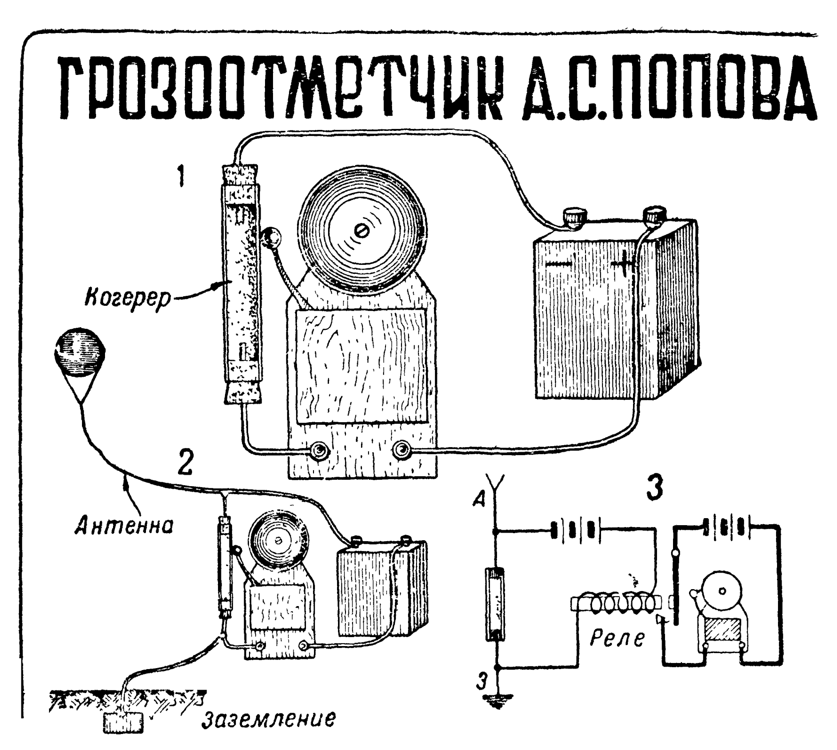
Каждый радиослушатель знаком с тем вредным влиянием, которое оказывает гроза на радио. Даже удаленные грозы создают помехи радиоприему в виде тресков, нарушающих радиопередачу. В районе же грозы эти так называемые «атмосферные помехи» настолько сильны, что радиослушание становится невозможным. Мало того, использование во время грозы антенн, расположенных снаружи дома, чрезвычайно опасно, так как от удара молнии в антенну может сгореть не только радиоприемник, но и дом. Для предотвращения пожара

при приближении грозы антенну надо немедленно отключить от приемника и заземлить.

Наряду с этим, нельзя умолчать и о той полезной роли, которую сыграла гроза на первом этапе изобретения радио. Молнии служили А. С. Попову радиопередатчиками в опытах с изобретенным им первым радиоприемником, который был назван грозоотметчиком. Давно известно, что молния представляет собой не что иное, как большую электрическую искру. Всякая же электрическая искра создает электромагнитные волны, которые воздействуют на радиоприемники (вспомните помехи, создаваемые искрящим прерывателем электрического звонка). На электромагнитные волны, излучаемые молниями, отзывался и грозоотметчик А. С. Попова.

Важнейшей частью грозоотметчика был когерер. Когерер представляет собой стеклянную трубочку, наполненную металлическими опилками и снабженную на концах выводами. Обычно через опилки когерера электрический ток не проходит, но как только на них подействует электромагнитная волна, когерер становится проводником. А. С. Попов включил когерер в цепь электрического звонка вместо кнопки (фиг. 1, плакат № 1), звонок молчал. Но при первой же молнии через когерер начал проходить электрический ток, который привел

1*



Плакат 1.

в действие звонок. Правда, и после молнии когерер продолжал проводить ток, и звонок не выключался. Для того, чтобы когерер снова становился изолятором, его приходилось слегка встряхивать. В грозоотметчике А. С. Попова это встряхивание опилок когерера производилось автоматически, молоточком звонка: когерер был расположен так, что после первого же удара о чашечку молоточек звонка на обратном пути ударял по когереру. После этого грозоотметчик приходил в исходное состояние и приобретал способность вновь отозваться на следующий же удар молнии. Таким образом когерер преобразовывал энергию высокочастотных колебаний, какими являются электромагнитные волны, в постоянный ток. В радиотехнике подобные преобразователи получили название детекторов. Когерер с автоматизированным встряхиванием явился первым в мире детектором.

Этот детектор обладал низкой чувствительностью: на него влияли только близкие молнии, заметная часть энергии кото-

рых доходила до грозоотметчика, волны же далеких молний не приводили его в действие. Не нарушая схемы грозоотметчика, А. С. Попов соединил один вывод когерера с землей, а к другому присоединил проволоку, поднятую высоко над землей воздушным шаром (фиг. 2). После этого грозоотметчик стал отмечать и более удаленные молнии. Проволока, поднятая с помощью воздушного шара, была **первой в мире антенной**.

Другой недостаток когерера заключался в том, что сила постоянного тока, проходящего через него под влиянием электромагнитных волн, была невелика. Приходилось применять очень чувствительный звонок для того, чтобы он приходил в действие от такого слабого тока. Этот недостаток А. С. Попов устранил применением чувствительного реле (фиг. 3). Реле состоит из электромагнита с большим числом витков, якоря и контактного винта, к которому прижимается якорь при пропускании тока через обмотку электромагнита. Из фиг. 3 видно, что обмотка электромагнита включена в цепь когерера вместо звонка, а якорь с контактным винтом использованы в качестве включателя звонка. Слабый ток, проходящий при молнии через когерер, притягивает якорь реле. Якорь прижимается к контактному винту и замыкает другую цепь, более сильного тока, в которую включен обычный электрический звонок. Таким образом, слабый ток с помощью реле управлял более сильным током. Нет тока в цепи когерера,— якорь реле отпущен от контактного винта, нет тока и в цепи звонка. Появился слабый ток в цепи когерера,— якорь реле прижался к контактному винту, возник более сильный ток и в цепи звонка. Реле как бы усиливало ток. Это был **первый в мире усилитель**.

Снабженный антенной и усилителем грозоотметчик регистрировал грозовые разряды на расстоянии до 40 *км*. Работу такого грозоотметчика Александр Степанович Попов впервые демонстрировал 7 мая (по новому стилю) 1895 г. на заседании Русского физико-химического общества в Петербурге. Более полвека прошло с тех пор. Радиотехника двинулась вперед гигантскими шагами, неузнаваемо изменились внешний вид и устройство радиоаппаратов. Изменились и их свойства, чрезвычайно расширились области применения. Но до наших дней **детектор, антенна и усилитель** остаются основными и неотъемлемыми частями любого радиоприемника, будь то радиовещательный, телевизионный, радиотелеграфный или приемник радиолокационной станции. Поэтому по праву день 7 мая 1895 г. признан днем рождения радио.

Меньше чем за год А. С. Попов усовершенствовал свой грозоотметчик, приспособив его для приема телеграфных сигналов с записью их на ленту в виде точек и тире. Одновременно он собрал радиотелеграфный передатчик, и 24 марта 1896 г. публично продемонстрировал передачу телеграммы без проводов на расстояние в 250 *м*. Радиопередатчик с помощью устройства, напоминающего электрический звонок, создавал искры — маленькие молнии, а потому был назван «искровым». Искровые передатчики применялись более двадцати лет, пока, наконец, с разработкой радиоламп их не вытеснили ламповые передатчики.

В связи с тем, что искровые передатчики создают очень много радиопомех, в настоящее время законодательством запрещено сооружение их.

АНТЕННА И ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Очевидно, уже все читатели имеют некоторое представление о том, что такое антенна и зачем она нужна радиоприемнику. Любопытно то обстоятельство, что не приемник, а именно антенна принимает, «улавливает» радиоволны. В антенне энергия радиоволн, приходящих от множества радиопередатчиков, превращается в электрические токи, а приемник лишь преобразует эти токи с тем, чтобы привести в действие громкоговоритель или телефон. Антенну нельзя рассматривать в отрыве от заземления. Заземление является как бы вторым электродом этого «улавливающего» радиоволны приспособления. Понятно, что работа любого радиоприемника, а простого в особенности, в большой мере зависит от свойств применяемой антенны и от качества заземления. Какие же требования предъявляются к приемной антенне?

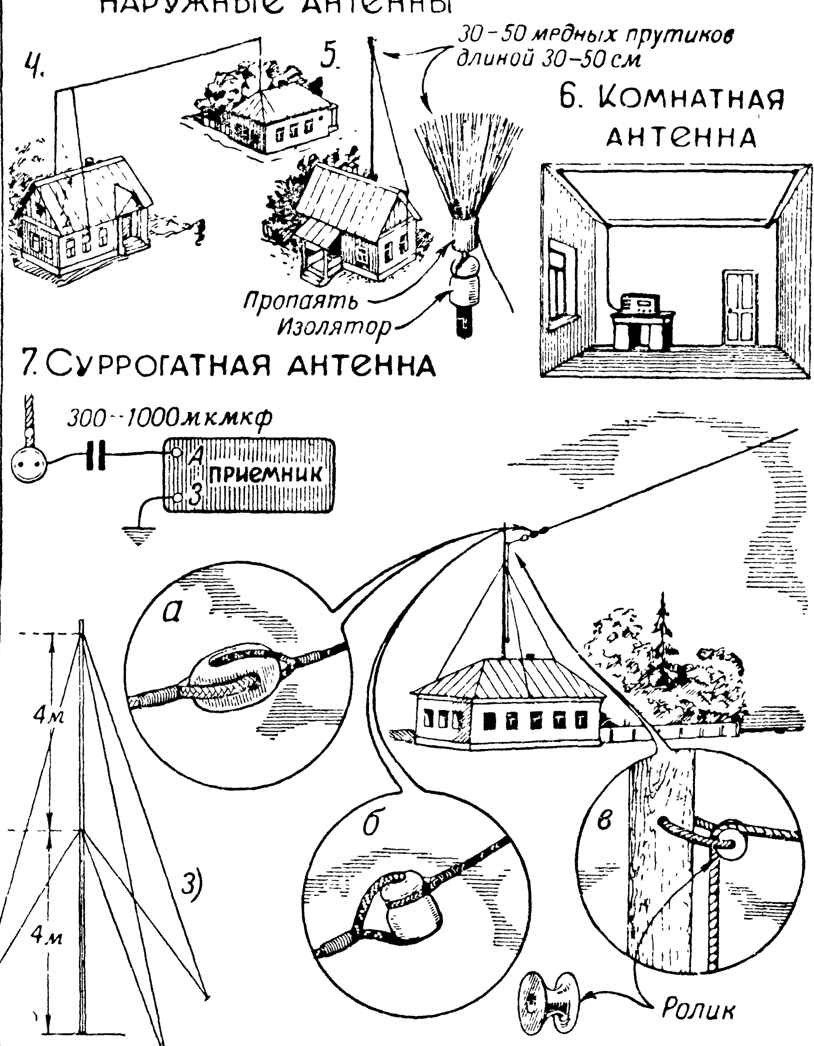
Во-первых, в антенне должна возникать как можно бóльшая э. д. с. под влиянием радиоволн принимаемых радиостанций. Для этого антенну надо делать длинной и подвешивать высоко над землей. Антенна также должна иметь хорошую изоляцию от земли, иначе антенные токи будут проходить в землю помимо приемника. Во-вторых, антенна должна быть помехоустойчивой, т. е. не должна воспринимать электромагнитные волны, излучаемые электроприборами, работа которых сопровождается образованием искры (электрический звонок, электродвигатель, трамвай и др.). Зона сильного действия этих «индустриальных помех» не очень велика, так что высокоподнятые антенны, удаленные от всяких электропроводок, и в этом отношении оказываются лучшими. На фиг. 4 (плакат № 2) изображена конструкция антенны, которая может

быть сделана достаточно длинной и высокой. Это так называемая Г-образная антенна. Хотя сооружение ее затруднено установкой двух мачт, но именно Г-образная антенна в сочетании с надежным заземлением может обеспечить удовлетворительную работу простейших приемников-самоделок начинающего радиолюбителя. Для более совершенных приемников, обладающих большей чувствительностью, можно применять антенны попроще: метелочную (фиг. 5) или даже комнатную (фиг. 6). Метелочная антенна требует для своей установки лишь одной мачты и работает примерно так же, как небольшая Г-образная антенна. Комнатную антенну устроить еще легче, чем метелочную, но поскольку ее высота невелика, а длина ограничена размерами комнаты, она работает значительно хуже наружной антенны. Ее следует применять лишь для хороших чувствительных приемников с числом ламп не менее 4—5. В городских условиях комнатная антенна, расположенная в непосредственной близости к электрическим проводам, воспринимает много индустриальных помех, так что и высокочувствительные многоламповые приемники работают с нею неполноценно, слабые сигналы удаленных радиостанций «забиваются» местными помехами, и практически чистый прием дальних станций удается получать только на коротких волнах, на которых уже сам приемник хорошо избавляется от действия индустриальных помех.

Кроме описанных антенн, применяются «суррогатные антенны». Как известно, радиоволны создают э. д. с. буквально во всех проводниках, находящихся на пути их распространения. Поэтому наиболее длинные из этих проводников (например, провода электросети, железная крыша дома) могут применяться вместо антенн. Это и есть суррогатные антенны. Суррогатные антенны, как правило, не имеют надежной изоляции от земли и «собирают» много помех. Конечно, ради курьеза, можно поэкспериментировать с такой суррогатной антенной, как, например, дождевой зонтик (с металлическим каркасом). Вы даже можете удивить своих товарищей демонстрацией радиоприема «на кровать» или на настольную лампу. Из всех многочисленных типов суррогатных антенн большего внимания заслуживает использование вместо антенны одного из проводов электрической сети.

Включать сетевой провод непосредственно в гнездо антенны приемника нельзя,

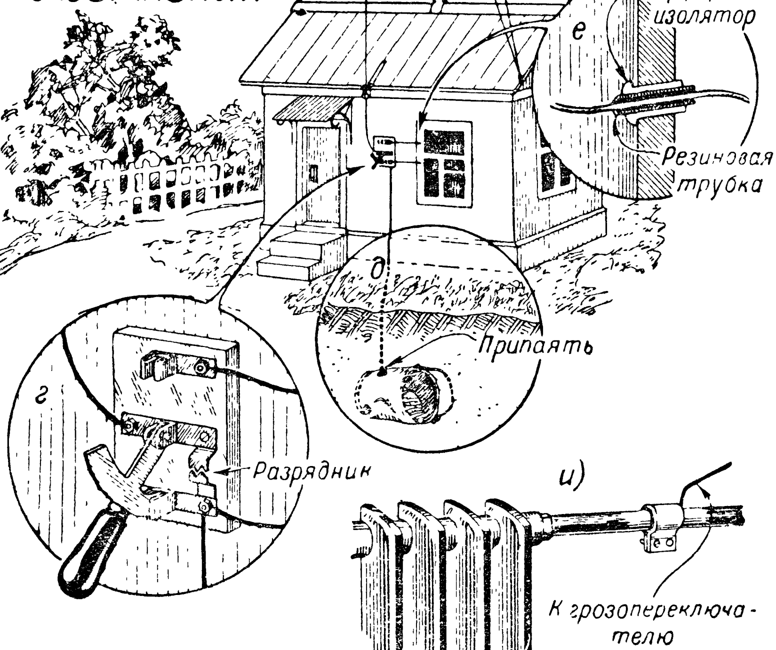
так как это может привести к замыканию тока электросети на землю через схему приемника. Для предотвращения замыкания в цепь такой антенны включают конденсатор (фиг. 7). Постоянный ток через конденсатор не проходит, ибо путь ему


АНТЕННА И
НАРУЖНЫЕ АНТЕННЫ
4.
5.
30–50 медных прутиков
длиной 30–50 см
6. КОМНАТНАЯ
АНТЕННА
Пропаять
Изолятор
7. СУРРОГАТНАЯ АНТЕННА
300–1000 мкмкф
А
приемник
З
а
4 м
4 м
3)
б
в
Ролик

Пла

ЗАЗЕМЛЕНИЕ

8. Устройство наружной антенны и заземления



прегражден диэлектриком конденсатора. Но мы знаем, что переменный ток по цепи с конденсатором проходить может. К этому надо добавить, что переменный ток проходит тем лучше, чем выше его частота и чем больше емкость конденсатора. Если применить конденсатор небольшой емкости, то им будет задержан не только постоянный ток, но и низкочастотный переменный. Таким образом, сетевой ток, имеющий низкую частоту (50 колебаний в секунду), в схему приемника не поступит. В то же время высокочастотному току, вызванному радиоволнами, даже малой емкости конденсатор не представляет значительного препятствия. Свойство конденсаторов оказывать различное сопротивление токам разных частот широко используется в радиотехнике.

Провода электросети, имея большую протяженность, оказываются довольно чувствительной антенной. Такая суррогатная антенна пригодна даже для детекторного приемника (для приема местных станций). Но все же основным типом антенн для простых приемников, в том числе описываемых в этой брошюре, приходится считать наружную Г-образную. Как ее устроить, объясняет фиг. 8.

Выбирая место расположения и конструкцию наружной антенны, надо в первую очередь руководствоваться техническими нормами, предупреждающими аварии и несчастные случаи. Эти нормы **запрещают:**

1. Сооружение антенн с пролетом между мачтами более 50 м.

2. Установку на крыше мачт выше 8 м.

3. Привязывание мачт к дымовым, вентиляционным и другим трубам, к слуховым окнам, световым фонарям, к перилам крыш и балконов, к кронштейнам и стойкам электропроводок.

4. Натягивание провода антенны над или под воздушными электропроводками (расстояние до них при параллельном расположении антенны должно быть не меньше высоты мачт).

С точки зрения радиотехнических требований надо иметь в виду следующее:

1. Несмотря на то, что антенну можно устроить из любого провода, лучшие результаты дает многожильный бронзовый (так называемый антенный канатик), несколько хуже работает одножильный бронзовый или медный провод, еще хуже — стальной; провод антенны может быть как изолированным, так и голым.

2. Во всех точках крепления антенны и снижения необходимо применять изоляторы (желательно фарфоровые), при

этом оттяжки отделяются от антенны тремя-четырьмя изоляторами (фиг. 8,*а*, *б*), ввод снижения в помещение прокладывается в резиновой трубке через фарфоровую втулку (фиг. 8,*е*), проводка антенны внутри помещения выполняется изолированным проводом по роликам, укрепляемым на стене через каждые 40—50 *см*.

При отсутствии фарфоровых изоляторов можно применять пластмассовые изоляторы или в крайнем случае проваренные в смоле деревянные (например, каркасы из-под катушек с нитками).

3. Желательно горизонтальную часть антенны расположить так, чтобы под ней и вблизи ее не находились крупные посторонние предметы (деревья, крыши домов), вертикальную часть антенны — снижение — не следует располагать на расстоянии меньше 25 *см* от стен.

Непосредственное касание антенной или снижением каких бы то ни было предметов недопустимо.

Наконец, устраивая антенну, не надо забывать и об условиях ее механической прочности. Антенну рекомендуется делать возможно более толстым проводом (до 2,5 *мм* диаметром), что положительно сказывается не только на ее прочности, но и на электрических качествах. Снижение лучше всего выполнить из одного куска провода с антенной (см. фиг. 8,*ж*), а в случае сращивания их пайка должна быть исключительно прочной и надежной как в механическом, так и в электрическом отношениях. Для оттяжек, крепящих антенну к мачтам, желательно применить крученый канатик, называемый лаглинью. Достаточной прочностью должны обладать и мачты. Крепить мачты следует с помощью оттяжек из стальной проволоки диаметром 3—4 *мм*. На каждые 4 *м* высоты мачты должен приходиться самостоятельный ярус таких оттяжек (фиг. 8,*з*). Особое внимание необходимо обращать на прочность надвязывания мачт в случае составления их из нескольких шестов.

Устанавливают антенну в следующем порядке. Сначала приготовляют провод антенны со снижением. К концам провода антенны привязывают изоляторы, а затем — лаглиневые (веревочные) оттяжки. Со стороны снижения оттяжку делают такой длины, чтобы снижение начиналось примерно над местом ввода его в помещение. Привязав эту оттяжку к мачте, приступают к установке и закреплению этой, первой мачты. Вторая оттяжка должна быть достаточно длинной: ее пропускают через блок на второй мачте (фиг. 8,*в*) и привязывают у основания мачты так, чтобы антенна не натягивалась и не мешала установке второй мачты. Лишь установив и закрепив

вторую мачту, антенну натягивают с помощью этой длинной оттяжки, после чего ее заново привязывают у основания мачты.

На стр. 3 уже указывалось на необходимость заземлять наружную антенну при грозе. Однако, опасен не только прямой удар молнии в антенну. Во время грозы каждая близкая молния индуктирует в антенне сильные токи, которые тоже могут вызвать пожар или, в лучшем случае, повредить приемник. Скопление электричества в антенне часто наблюдается при снегопаде. Эти обстоятельства обязывают каждого владельца наружной антенны иметь устройство для защиты от влияний атмосферного электричества. Важнейшей частью такого устройства является грозовой переключатель (фиг. 8,*г*). Он позволяет подключать антенну к приемнику (когда его рычаг находится в верхнем положении) или к заземлению (когда рычаг, как показано на рисунке, переведен вниз). К приемнику антенну можно подключать только на время слушания радио. По окончании радиослушания антенну с помощью этого переключателя заземляют. Во всех случаях, когда это возможно, грозовой переключатель надо устанавливать снаружи дома. В комнате его укрепляют как можно ближе к вводу, но не на деревянной раме окна, — это запрещено техникой безопасности.

Наряду с переключателем применяют грозоразрядник, постоянно включенный между антенной и заземлением. Простейший разрядник представляет собой воздушный искровой промежуток с небольшим зазором (0,5—1,0 *мм*). В обычных условиях наличие разрядника не оказывает влияния на работу приемной установки. Но как только между антенной и землей возникнет большое напряжение, зазор разрядника пробивает электрическая искра, причем скопившееся в антенне электричество уходит в землю помимо схемы приемника. Таким образом, даже при незаземленной антенне разрядник ограничивает возможность появления в ней чрезмерно больших напряжений и облегчает последствия неосторожного пользования наружной антенной. Зубчатые пластинки (полюсы) разрядника можно вырезать из консервной банки. Обычно их укрепляют на основании грозового переключателя (фиг. 8,*г*). Если воздушный зазор между ними составляет 0,5 *мм*, разряд происходит при напряжениях около 1 000 *в*. Более чувствительными разрядниками являются газовые. Их полюсы (электроды) находятся внутри трубки, наполненной особым газом. Пробой таких разрядников происходит при напряжениях в несколько сот вольт. В качестве газового разрядника можно использовать хорошо знакомую нам по первой

брошюре неоновую лампочку (любого типа). Применение неоновой лампочки удобно и в том отношении, что она предупреждает о приближении грозы. Когда в антенне появляются большие напряжения, неоновая лампочка начинает вспыхивать. Частые вспышки или появление слабого свечения лампочки указывает на необходимость заземлить антенну.

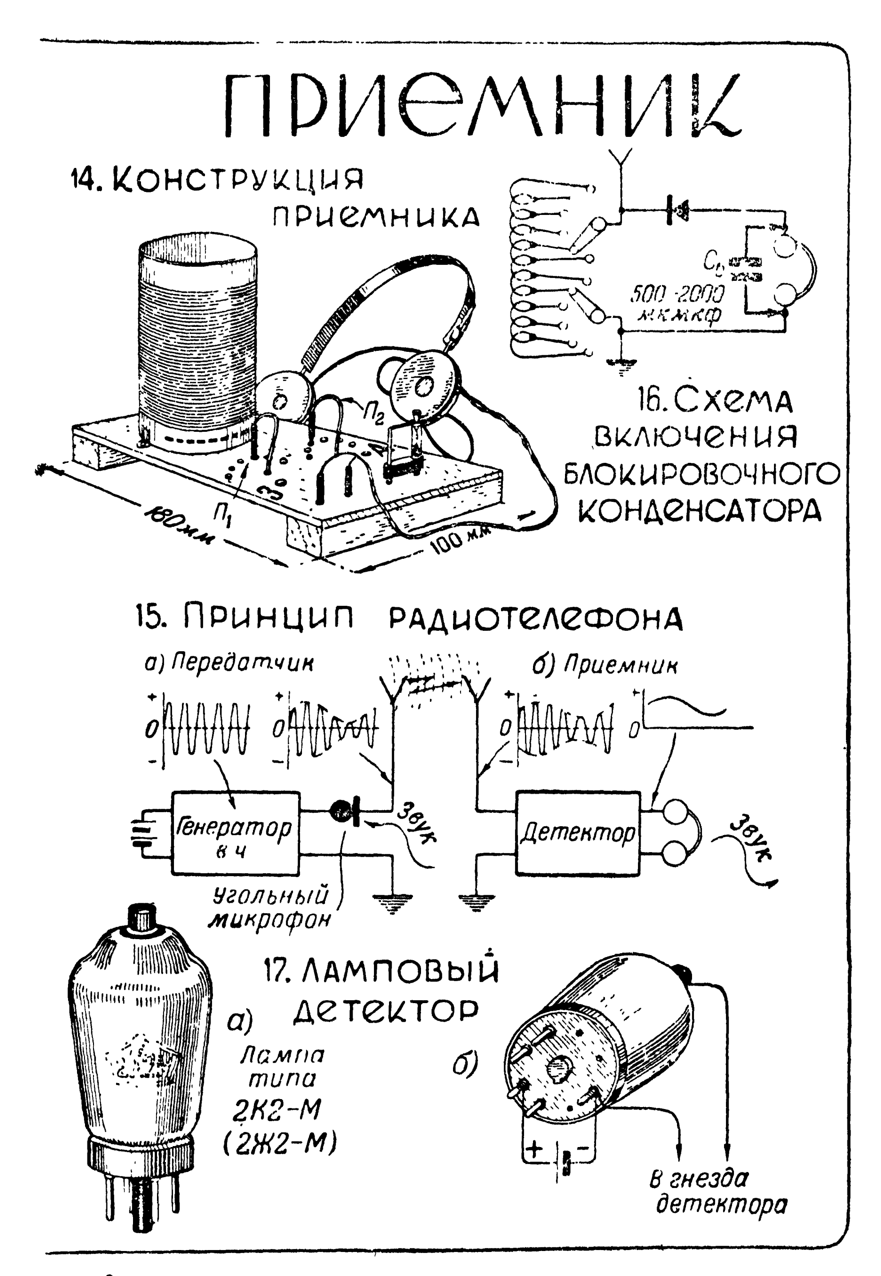
Если вы делаете наружную антенну, то заземление надо устроить заранее. Особенно тщательно следует выполнить заземление радиолюбителям сельской местности, где при отсутствии высоких строений антенна является наиболее привлекательным объектом для молнии. Обычно для заземления используют какой-нибудь устаревший металлический предмет домашнего обихода: дырявое ведро, чайник, таз (разумеется, не покрытый изолирующей краской или эмалью). К избранному предмету или просто к листу меди, цинка или железа надежно припаивают медный провод диаметром 1,5—2,0 *мм*, предмет закапывают в землю на глубину грунтовых вод, а провод выводят из-под земли и присоединяют к грозовому переключателю. За неимением подходящего предмета для заземления можно использовать и моток голого провода, хотя бы того самого, которым выполняется проводка заземления к грозопереключателю. Проводку заземления можно сделать голым проводом по стене, закрепляя провод без изоляторов на гвоздях.

Городской радиолюбитель может обойтись более простым заземлением, используя в качестве него трубы водопровода, центрального отопления или газопровода, которые проложены под землей и входят непосредственно в помещение. Провод, предназначенный для заземления, лучше всего припаять к трубе. Однако, надежная пайка в этом случае получается лишь при употреблении паяльной лампы. Можно присоединить провод к трубе и без пайки. Для этого предварительно зачищенный до блеска участок трубы обертывают несколькими витками голого провода, которые закрепляют затем хомутиком (фиг. 8,*и*).

Еще раз напоминаем, что и антенна, и заземление должны быть первым делом заведены на грозовой переключатель и только от него на приемник. В заключение остается указать, что антенну и заземление надо сооружать аккуратно, внимательно, без лишней торопливости, из тех лучших материалов которые удастся подобрать. Это очень трудно сделать радиолюбителю, горящему желанием скорей испытать уже сделанный им радиоприемник. Поэтому приходится рекомендовать сооружение антенны и заземления до постройки первого самодельного приемника, еще «на свободе». В ином случае, наспех


ДЕТЕКТОРНЫЙ
9. Детекторы
а)
б)
10. Шасси простейшего приемника
А
З
Д
Т
100мм
Вид сверху
Вид снизу
11. Схема детекторного приемника
А
L
Д
Т
З
12. Колебательный контур
а)
б)
13. Самодельные детали
а)
в)
г)
б)
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
д)

Пла


ПРИЕМНИК
14. КОНСТРУКЦИЯ ПРИЕМНИКА
$П_2$
Д
$П_1$
180 мм
100 мм
$C_б$
500 -2000 мкмкф
16. СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ БЛОКИРОВОЧНОГО КОНДЕНСАТОРА
15. ПРИНЦИП РАДИОТЕЛЕФОНА
а) Передатчик
б) Приемник
+
0
-
Генератор в ч
Звук
Угольный микрофон
Детектор
Звук
17. ЛАМПОВЫЙ ДЕТЕКТОР
а)
Лампа типа 2К2-М (2Ж2-М)
б)
+
-
В гнезда детектора

кат 3.

сделанная антенна может стать причиной плохой работы даже безукоризненно выполненного приемника. А для начала, пока у вас не готов еще приемник, можете испытать следующий наипростейший детекторный приемник. Он состоит всего из одной детали — кристаллического детектора (фиг. 9,*а*, плакат № 3), который можно приобрести в любом радиомагазине. Выводы детектора надо соединить один с антенной, другой с заземлением. Таким же образом, т. е. параллельно детектору, приключают головные телефоны. Все необходимые соединения удобно осуществить на маленьком шасси, на котором укрепляются 3 пары гнезд. Из фиг. 10 ясна конструкция шасси и способ соединения гнезд. В одну пару гнезд включают антенну и заземление, в другую — детектор, в третью — телефоны. Если недалеко от вас работает мощная радиовещательная станция, то, устанавливая острие пружинки детектора на различные точки кристалла, вы сможете «поймать» эту станцию. Правда, такой простой приемник даже в непосредственной близости к радиостанции обеспечивает довольно тихий прием. Если же станция находится далеко от вас, эксперимент может не удасться совсем. Произвести его все-таки стоит, потому что, во-первых, он не требует никаких материальных затрат (и детектор, и телефоны, и гнезда пригодятся для постройки «настоящего» приемника), во-вторых, сравнивая результат этого эксперимента с результатом, полученным при испытании «настоящего» приемника, вы наглядно убедитесь в назначении целого ряда деталей, входящих в состав более совершенного приемника.

ДЕТЕКТОРНЫЙ ПРИЕМНИК

Описанный выше наипростейший приемник не может удовлетворить ни радиолюбителя, ни даже радиослушателей. Ведь он в лучшем случае позволяет еле-еле слышать ближайшую станцию, а в худшем — одни шорохи атмосферных разрядов. Этот приемник не позволяет настраиваться по своему желанию на ту или иную радиостанцию и, если в непосредственной близости работают 2—3 мощных радиовещательных станции, все они будут слышны одновременно, забивая друг друга. Эти недостатки можно устранить путем некоторого усовершенствования схемы приемника. Схема такого усовершенствованного приемника изображена на фиг. 11. Среди обозначений других деталей мы встречаем на ней новый знак: спираль, пересеченную стрелкой. Это условное обозначение катушки с переменной индуктивностью. Катушки индуктивности являются распространенными радиодеталями, без них не

обходится ни один радиоприемник. Поэтому с их устройством и свойствами не мешает познакомиться поближе.

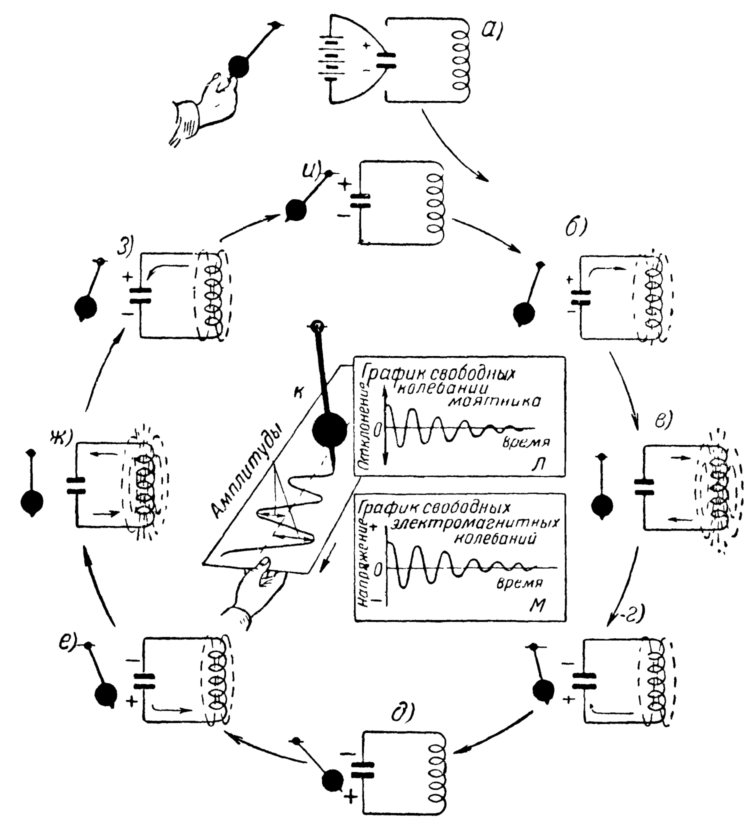
Катушка индуктивности обычно представляет собой обмотку из изолированного провода, уложенную на круглом каркасе из изоляционного материала (фиг. 12,б). Магнитное поле катушки с током обладает определенным запасом энергии. Это ясно хотя бы из того, что оно способно производить механические действия: притягивать молоточек звонка или якорь реле, а при переменном токе — приводить в колебания мембрану телефонов или диффузор динамика. Мы также знаем, что в трансформаторе переменное магнитное поле первичной обмотки индуктирует э. д. с. во вторичной обмотке. Оказывается, изменяющееся магнитное поле индуктирует э. д. с. не только в другой обмотке, но и в той самой, по которой проходит ток, создавший это магнитное поле. Такое явление называется самоиндукцией, а э. д. с., возникающая под ее влиянием,— э. д. с. самоиндукции. Э. д. с. самоиндукции всегда противодействует причине, ее вызвавшей. Если сила тока в катушке увеличивается, э. д. с. самоиндукции создает встречный ток, который тормозит нарастание силы тока в катушке. Наоборот, если сила тока в катушке уменьшается, э. д. с. самоиндукции создает ток этого же направления, который поддерживает убывающий в катушке ток до тех пор, пока магнитное поле не отдаст накопленную ранее энергию. Именно поэтому в контактном прерывателе электрического звонка образуется искра: при каждом прерывании тока в катушках электромагнита возникает большая э. д. с., стремящаяся поддержать ток в разомкнутой цепи и пробивающая в связи с этим место разрыва цепи искрой. Такие же искры наблюдаются при выключении любого электроприбора, имеющего катушку, например, трансформатора, электродвигателя. Во всех этих случаях явление самоиндукции вредно (от искр быстро «подгорают», окисляются контакты выключателей), и для борьбы с ним прибегают к специальным мерам. В радиотехнике же явление самоиндукции нашло широкое применение. Катушки, служащие для использования явления самоиндукции, и называются катушками индуктивности. Если в первой брошюре мы говорили, что конденсатор накапливает электрическую энергию, то теперь мы можем сказать также, что катушка индуктивности накапливает в себе магнитную энергию. Радиоволны представляют собой распространяющиеся электромагнитные колебания. Получать электромагнитные колебания удается с помощью соединенных между собой конденсатора и катушки индуктивности. Такая электрическая цепь, изображенная на фиг. 12,

называется **колебательным контуром**. Колебательные контуры входят в состав каждого радиопередатчика и радиоприемника. Своеобразным колебательным контуром (так называемым «открытым») является и антенна.

Попробуем разобраться в том, что происходит в колебательном контуре. Для этого прежде всего познакомимся с процессом свободных колебаний в нем, напоминающим колебания свободно подвешенного маятника. Для того, чтобы маятник начал качаться, его надо отвести в сторону от положения равновесия (фиг. 18,*а*, слева) и затем отпустить. На фиг. 18,*б*, *в*, *г*, ... *и* изображены положения, которые поочередно занимает маятник в течение одного полного колебания. Как видно из этих фигур, в конце колебания маятник возвращается в исходное положение (фиг. 18,*и*), после чего начинается следующее такое же колебание, при котором он снова проходит все те же положения (*б*, *в*, *г*, ... *и*) и т. д. На этих же фигурах справа изображены соответствующие моменты колебательного процесса в колебательном контуре. Фиг. 18,*а* показывает один из способов выведения колебательного контура из спокойного состояния,— заряд его конденсатора от батареи. После соединения конденсатора с катушкой, конденсатор начинает разряжаться, в контуре возникает электрический ток (фиг. 18,*б*). Этот ток образует вокруг катушки магнитное поле. Иначе говоря, электрическая энергия переходит в магнитную. Когда конденсатор полностью разрядится и перестанет поддерживать в контуре ток (фиг. 18,*в*), магнитное поле катушки, сосредоточив в себе всю энергию, начнет распадаться и само станет поддерживать ток в прежнем направлении. Таким образом, подобно инерции маятника, заставляющей пролетать его положение равновесия, явление самоиндукции не дает прекратиться току, когда конденсатор разрядится. Мало того, этот ток, исходящий уже как бы из катушки, снова заряжает конденсатор (фиг. 18,*г*), причем полярность заряда, как и направление отклонения маятника, оказываются противоположными: маятник теперь отклоняется вправо от положения равновесия, у конденсатора плюс оказывается на нижней обкладке, минус — на верхней.

Как только действие самоиндукции прекратится (магнитное поле исчезнет), ток в контуре на момент пропадет (фиг. 18,*д*). К этому времени вся энергия колебательного контура вернулась в конденсатор. Это соответствует остановке маятника в крайнем правом положении. Однако, ни маятник не может долго оставаться в отклоненном состоянии, ни конденсатор в контуре не может сохранять на себе заряд: маятник начинает двигаться назад (фиг. 18,*е*), а конденсатор на-

чинает разряжаться, причем поскольку полярность его заряда сменилась, то и ток разряда получает обратное направление. Снова электрическая энергия конденсатора переходит в магнитную энергию катушки индуктивности (фиг. 18,*ж*). Снова после полного разряда конденсатора ток, поддерживаемый самоиндукцией, перезаряжает конденсатор (фиг. 18,*з*) и,



Фиг. 18. Свободные колебания.

когда опять магнитное поле катушки распадется, конденсатор окажется заряженным так же, как и в начале колебательного процесса (фиг. 18,*и*). Время, в течение которого происходит только что описанный круг изменений, называется **периодом**. Как и у маятника, в колебательном контуре вслед за первым колебанием начинается второе такое же колебание и т. д.

Если к маятнику прикрепить карандаш, а под ним передвигать лист бумаги, как это показано на фиг. 18,*к*, на листе останется письменная запись колебаний маятника, их «график». Этот график показывает, как с течением времени изменялось положение маятника. Из него видно, что амплитуды колебаний (размах) постепенно уменьшаются. Такие колебания называются «з а т у х а ю щ и м и». Колебания маятника затухают потому, что сообщенная ему первоначально энергия расходуется со временем на преодоление трения в оси и о воздух. Чем больше трение, тем скорее затухают колебания, тем меньшее число раз качнется из стороны в сторону маятник. Такой же график (фиг. 18,*и*) передает характер свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре. Свободные колебания в контуре тоже являются затухающими. Здесь потеря энергии происходит в сопротивлении проводов и в изоляторах. Чем меньше эти потери, тем медленнее затухают собственные колебания в контуре, тем выше, говорят, качество — *добротность* — контура. Поэтому, конструируя любой радиоприемник, особое внимание обращают на материалы, из которых делаются детали колебательных контуров. Конденсаторы в контурах лучше всего применять с воздушным диэлектриком, ибо воздух является наилучшим изолятором. Катушки, намотанные толстым проводом, имеют меньшие потери, чем намотанные тонким проводом. Количество изоляционных материалов сводят к минимуму и в то же время борются за высокие изоляционные качества, за влагостойкость изоляторов (сырость — злейший враг изоляции). Для этого, например, самодельный каркас контурной катушки делают из тонкого картона (фиг. 12,*б*), а после намотки его окунают в расплавленный (но не доведенный до кипения!) парафин. В колебательном контуре, у которого потери сведены к минимуму, собственные колебания продолжаются дольше, но все же, как и у любого маятника, они постепенно затухают. Для того, чтобы колебания не затухали, их надо поддерживать, восполняя при каждом колебании потерянную энергию. Это сравнительно просто сделать в механике, когда частота колебаний невелика. «Подталкивание» маятника в такт с каждым его собственным колебанием осуществляется, например, в часовом механизме и колебания маятника часов получаются незатухающими. Однако, если вспомнить, какими частыми колебаниями пользуются в радиотехнике (до миллионов колебаний в 1 сек.), то будет понятно, насколько трудно осуществить здесь такое «подталкивание». Лишь изобретение радиолампы позволило создать генератор незатухающих колебаний высокой частоты. Как он устроен и работает, мы

узнаем дальше, а пока что лишь заметим, что именно такие генераторы применяются в современных радиопередатчиках.

Важным свойством колебательных контуров является то, что колебания в них могут происходить только с определенной частотой, которую называют с о б с т в е н н о й ч а с т о т о й к о н т у р а. Собственная частота контура зависит от емкости конденсатора и индуктивности катушки (индуктивность — величина, показывающая, насколько ярко выражено у катушки явление самоиндукции). Контуры, составленные из конденсаторов с большой емкостью и катушек с большой индуктивностью (большую индуктивность имеют катушки больших размеров и с большим числом витков, а также снабженные стальным сердечником) обладают более низкими собственными частотами. Наоборот, контуры, составленные из конденсаторов малой емкости и катушек с небольшой индуктивностью (небольших размеров и с малым числом витков), обладают очень высокими собственными частотами, доходящими до сотен миллионов колебаний в секунду. Для обозначения таких больших частот существуют специальные единицы: килогерц — *кгц* (1 000 периодов в 1 сек.) и мегагерц — *мггц* (миллион периодов в 1 сек.). Эти единицы произведены от основной — герц, *гц* (1 период в 1 сек.). Пользуясь указанными единицами, частоту, на которой работает наша центральная радиовещательная станция,—174 000 периодов в сек., можно выразить таким образом: 174 000 *гц*, 174 *кгц*, 0,174 *мггц*. Это одна из самых низших частот, применяемых для радиовещания.

Если в радиопередатчиках колебательные контуры применяются для получения электромагнитных колебаний необходимой частоты, то в радиоприемниках они служат иной цели: с их помощью осуществляется настройка приемника на частоту той станции, которую хотят принимать. Оказывается, колебательный контур может выделять и усиливать колебания, частота которых совпадает с его собственной частотой, и избавляться от колебаний других частот. Эти свойства колебательного контура обязаны р е з о н а н с у. Если у вас имеется гитара, балалайка или другой струнный музыкальный инструмент, вы можете произвести очень простой опыт, который наглядно покажет сущность резонанса. Настройте две струны на одинаковый тон. Ударьте по одной из этих струн и тотчас зажмите ее. Вы ясно услышите такой же звук, исходящий от второй струны. Струны, настроенные на разные тоны (частоты), не резонируют. Точно так же и в колебательном контуре приемника возникают собственные колебания, когда его «воз-

буждает» приходящий из антенны ток радиостанции, частота которой совпадает с собственной частотой этого контура. Токи радиостанций, работающих на других частотах, не возбуждают колебательного контура. Для того, чтобы иметь возможность настраиваться на одну или другую станцию, необходимо изменять собственную частоту колебательного контура приемника. Так как собственная частота зависит от емкости конденсатора и от индуктивности катушки, можно пойти по двум путям: применить конденсатор переменной емкости или катушку переменной индуктивности. Оба способа равноценны и находят широкое применение на практике. Для простого самодельного приемника нельзя рекомендовать применение конденсатора переменной емкости, этой сравнительно дорогой и дефицитной детали. Значительно проще построить приемник с катушкой переменной индуктивности, которую нетрудно сделать самому. Такую катушку и обозначает спираль, пересеченная стрелкой в схеме приемника на фиг. 11. Рассматривая эту схему, мы обнаруживаем отсутствие в контуре конденсатора. В этом приемнике роль контурного конденсатора выполняет антенна с заземлением. В самом деле, антенна и заземление — два проводника (как бы обкладки конденсатора), между ними воздух — диэлектрик. Так как антенна присоединена к одному концу катушки *L*, а заземление к другому, то они заменяют собой конденсатор и образуют вместе с катушкой *L* колебательный контур. Детектор *Д* преобразует высокочастотные колебания выделенной контуром радиостанции в низкочастотные, а телефоны *Т*, через которые проходит этот низкочастотный ток, воспроизводят передаваемые по радио звуки.

Изготовление приемника начинают с катушки переменной индуктивности. Наиболее простой способ изменения индуктивности состоит в переключении числа витков, вводимых в схему. Как же сделать такую катушку? Прежде всего, из картона или плотной бумаги склеивают цилиндрический каркас диаметром 75 *мм* и высотой 130 *мм*. Для этого можно воспользоваться полулитровой бутылкой. Сначала бутылку обертывают двумя слоями газетной бумаги, поверх которой навивают промазанную клеем полоску тонкого картона или толстой бумаги до тех пор, пока толщина стенок каркаса не достигнет 2 *мм*. Затем каркас осторожно снимают с бутылки и ставят в теплое место для просушки (на 1—2 суток). После окончательного просыхания клея начинают намотку катушки. Лучше всего катушку намотать медным проводом диаметром 0,4 *мм* в эмалевой изоляции — «ПЭ-0,4», но можно применить и любой другой изолированный провод, например, звон-

ковый. Всего катушка должна состоять из 252 витков, намотанных в один слой, виток к витку. После намотки первых 12 витков делают отвод. Для этого стенку каркаса прокалывают шилом, из провода делают петлю длиной 200—250 *мм* и пропускают эту петлю через прокол внутрь каркаса (см. фиг. 13,*а*). Затем намотку продолжают дальше. Такие же отводы делают от 84-го, 126, 168, 210, 217, 224, 231, 238 и 245-го витков. Изготовленную катушку желательно пропитать парафином. При этом ее изоляция приобретает влагоустойчивость и со временем качество контура не ухудшается. А чем выше качество (добротность) контура, тем «острее» резонанс, тем громче прием, тем лучше отстройка от мешающих станций.

Для изменения числа витков катушки, включаемых в схему, обычно пользуются ползунковыми переключателями (фиг. 13,*б*). Если такие переключатели достать не удастся, а сделать их будет трудно, можно использовать штепсельные переключатели (фиг. 13,*в*), состоящие из ряда гнезд и одиночных штепселей (штырьков). К гнездам подводятся отводы катушки, а штырьками заменяются ползунки. Гнезда легко сделать самому из голого медного провода, диаметром 0,5—1,0 *мм*. Берут штепсельную вилку и один штырек ее обвивают этим проводом. Затем полученную спиральку снимают со штырька и укрепляют в отверстии на панели приемника (фиг. 13,*г*). Такие же гнезда пригодны для включения детектора и телефонов, антенны и заземления. Если готовых штырьков не найдется, их тоже можно сделать из проволоки (фиг. 13,*д*). В качестве изоляционной ручки штырька удобно использовать отрезок карандаша с удаленным грифелем. Размеры фанерного шасси и конструкция приемника представлены на фиг. 14. Катушку укрепляют на шасси с помощью двух угольников из жести. 12 выводов от ее витков присоединяют к 12 контактам (гнездам) переключателей $П_1$, $П_2$. Переключатель $П_1$ позволяет изменять число действующих витков катушки на 42. Он служит для «грубой» настройки приемника. Более точная настройка в пределах каждого положения переключателя $П_1$ производится при помощи переключателя $П_2$. Самую низкую частоту или самую длинную волну принимают, когда переключатель $П_1$ стоит в положении *1*, а $П_2$ в положении *12*. Переводя переключатель $П_2$ в положения *11*, *10*, *9*, *8* и *7*, постепенно перестраивают приемник на более высокие частоты или более короткие волны. Переставив переключатель $П_1$ в положение *2* и опять проходя переключателем $П_2$ положения *12*, *11*...*7*, настраиваются на еще более высокие частоты, т. е. на еще более короткие волны. Самую

короткую волну приемник принимает, когда переключатель $П_1$ находится в положении *6*, а $П_2$ в положении *7*.

Изготовление описанного приемника настолько просто, что радиолюбители сельской местности могут рекомендовать его для самостоятельного изготовления каждому, желающему слушать радио. Они помогут этим не только радиофикации страны, но и распространению радиолюбительства, тем более, что с этим приемником можно произвести ряд поучительных экспериментов. Однако, прежде чем приступить к экспериментированию, попробуем уяснить, каким образом детектор превращает токи высокой частоты в низкочастотные, звуковые.

Знакомясь с первым детектором — когерером, — мы узнали, что под влиянием электромагнитных волн по его цепи начинает проходить постоянный ток. Источником этого постоянного тока является отдельная батарея, сам же когерер работает как включатель. В цепи кристаллического детектора тоже возникает ток постоянного направления, когда радиоволны возбуждают в колебательном контуре высокочастотные колебания. Однако, в схеме детекторного приемника (фиг. 11) мы не видим батареи. Очевидно, кристаллический детектор вырабатывает постоянный ток за счет энергии высокочастотного тока. Говорят, детектор в ы п р я м л я е т переменный ток высокой частоты в постоянный. Причиной этого является свойство контакта, составленного из различных проводников, проводить ток в одном направлении лучше, чем в обратном. Для детекторов подбирают такую пару проводников (кристалл и пружинку или два кристалла), которая практически проводит ток лишь в одном направлении. В те моменты, когда переменный высокочастотный ток имеет именно это направление, проходит ток и по цепи детектора. Когда же высокочастотный ток получает обратное направление, в цепи детектора ток не возникает вовсе. В результате, после детектора оказывается ток постоянного направления. Разумеется, чем больше амплитуда высокочастотных колебаний, тем больше сила и выпрямленного детектором постоянного тока. Эти свойства детектора используются для приема радиотелефонной передачи.

Понять принцип радиотелефонной передачи (передачи по радио музыки, речи) поможет фиг. 15. Колебания, вырабатываемые на передающей станции генератором высокой частоты, являются незатухающими: их амплитуда не изменяется. В цепь антенны простейшего телефонного радиопередатчика (фиг. 15, слева) включен угольный микрофон. Как известно, сила тока в цепи угольного микрофона изменяется в такт с каждым звуковым колебанием, действующим на его мембрану. Таким образом, сила высокочастотного тока (иначе говоря, амплитуда

высокочастотных колебаний) в цепи антенны будет увеличиваться и уменьшаться в соответствии с каждым звуковым колебанием. Этот процесс называется **амплитудной модуляцией**, а колебания, получаемые в результате него, — **модулированными** (по амплитуде). Радиоволны, образующиеся от модулированных колебаний, возбуждают в приемных антеннах точно такие же колебания.

Теперь вернемся к детектору. Так как амплитуда принятого высокочастотного тока изменяется, сила выпрямленного детектором тока не будет оставаться постоянной. Этот ток тоже будет то увеличиваться, то уменьшаться в соответствии с передаваемыми звуковыми колебаниями. Такой ток, проходя по катушкам головных телефонов, заставит их стальные мембраны повторить те самые колебания, которые совершила мембрана микрофона в передатчике. В телефонах приемника будут слышны звуки, произведенные перед микрофоном передатчика.

Очень часто в схемах детекторных приемников можно встретить конденсатор, приключенный параллельно телефонам (фиг. 16). Этот конденсатор обычно имеет емкость от 500 до 2 000 *мкмкф*. Его называют **блокировочным** конденсатором. Дело в том, что при детектировании (преобразования модулированных высокочастотных колебаний в низкочастотные) не удается полностью освободиться от токов высокой частоты. Говорят, выпрямленный ток имеет высокочастотную пульсацию. Для «сглаживания» этой пульсации и предназначается блокировочный конденсатор. Присоедините параллельно телефонам конденсатор емкостью 1 000 *мкмкф* (фиг. 16), и, внимательно слушая радиопередачу, обратите внимание на то, как изменится звучание. Сглаживание высокочастотной пульсации увеличивает громкость приема.

Для детектирования можно применять не только кристаллический детектор. Существуют так называемые цвитекторы, в которых детектирующий контакт образуют медный проводничок и слой окиси на нем. Внешний вид двух распространенных типов цвитекторов представлен на фиг. 9,*б*. Достоинством цвитектора является то, что у него не надо искать чувствительной точки, как это приходится делать у кристаллического детектора. Однако, громкость приема с цвитектором получается ниже, чем с кристаллическим детектором. Впрочем, существуют и кристаллические детекторы с постоянной рабочей точкой. Один из таких детекторов (кремниевый) применяется в промышленном приемнике «Комсомолец» и продается в радиомагазинах под маркой ДК.

Детектировать высокочастотные колебания можно и с помощью радиолампы. Радиолампа типа 2К2М или 2Ж2М

(см. фиг. 17,*а*) понадобится сельскому радиолюбителю для изготовления конструкций, описанных в следующих главах. Этой же лампой очень легко заменить кристаллический детектор. Как показано на фиг. 17,*б*, к двум ножкам-штырькам лампы надо присоединить один гальванический элемент (любого типа). Один из полюсов элемента и колпачок лампы соединяются с гнездами, предназначенными для включения детектора. Такой ламповый детектор работает не громче кристаллического, но зато у него не надо искать рабочую точку. Как только подключается гальванический элемент, детектор начинает работать.

Любителям, желающим познакомиться с другими конструкциями детекторных приемников, следует в первую очередь прочесть брошюру «Массовой радиобиблиотеки»: Л. В. Кубаркин, В. В. Енютин. Как построить детекторный приемник (Госэнергоиздат, 1948 г.).

В заключение отметим, что как ни разнообразны, как ни сложны порой конструкции детекторных приемников, их возможности ограничиваются приемом на телефоны наиболее мощных близко расположенных радиостанций. Это происходит потому, что детекторный приемник использует лишь энергию приходящих радиоволн, которая даже при незначительном удалении от передатчика невелика. Только в непосредственной близости к радиостанции, на расстоянии в несколько километров от нее, можно пытаться получить громкоговорящий прием путем тщательного подбора деталей приемника и особенно — детектора и громкоговорителя. Уверенный громкоговорящий прием обеспечивает применение лампового усилителя, который подобно реле грозоотметчика управляется слабыми сигналами, а за счет энергии местных источников электрической энергии вырабатывает более сильные токи. Если в грозоотметчике надо было усиливать постоянный ток, что с успехом делал такой простой прибор как реле, то при приеме радиотелефонной передачи после детектора мы имеем дело с током низкой частоты, усиление которого удается осуществлять лишь с помощью радиоламп. О том, как сделать ламповый усилитель низкой частоты к детекторному приемнику, рассказано в следующей главе.

УСИЛИТЕЛИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Существует легенда, рассказывающая об открытии электричества. Дочь знаменитого древнегреческого ученого Фалеса Милетского пряла шерсть, пользуясь вертеном из янтаря. К веретену прилипло много шерстинок и она решила снять

их, обтерев веретено шерстью. Каково же было ее удивление, когда при обтирании к веретену прилипло еще больше шерстинок. Чем больше терла она янтарное веретено о шерсть, тем гуще шерстинки покрывали его поверхность. За разгадкой непонятного явления она обратилась к отцу. До этого еще никто не наблюдал подобных вещей, и ученый приписал янтарю особые силы, способные притягивать шерсть, которые назвал электрическими, потому что янтарь по-гречески назывался электроном.

Это произошло более двух с половиной тысячелетий тому назад. Очень долго «янтарные силы» оставались без внимания ученых. Только немногим более двух веков назад ученые принялись за изучение этого странного явления и вскоре обнаружили, что не только янтарь обладает такими загадочными силами. Электрические силы оказались свойственны и многим другим веществам. Поднесите пластмассовый гребешок, которым вы только что причесались, к мелким кусочкам бумаги, и прилипнут к гребешку. Также было обнаружено, что между собой два наэлектризованных предмета в одних случаях притягиваются, а в других отталкиваются. Из этого пришли к выводу, что электричество бывает двух видов, которым дали названия положительного и отрицательного электричества. Как и магнитные полюсы, *разноименные электрические заряды взаимно притягиваются, одноименные — отталкиваются.* Истинную причину электризации удалось установить лишь полвека назад. Оказалось, что электрические заряды заключены в каждом предмете, что они постоянно присутствуют всюду, где есть вещество (материя), что они являются неотъемлемым свойством материи. Почему же, вы спросите, электрические силы проявляются не всегда, а только при определенных обстоятельствах, почему тот же гребешок до причесывания им не притягивает бумажки? Это объяснила электронная теория строения материи.

Все, что нас окружает, состоит из мельчайших частичек, которые еще не удалось увидеть в самые сильные микроскопы и которые в свое время были названы «неделимыми» — атомами. Как ни богата природа, как ни бесконечно разнообразие форм и свойств окружающих нас предметов, а различных атомов насчитывается меньше сотни. Каким образом такое небольшое количество различных частичек образует множество существующих веществ, объясняет химия. Читателям, желающим познакомиться с этим поближе, будет полезно прочесть популярную брошюру проф. А. И. Китайгородского «Строение вещества». Для нас же более важным является другое: каково строение атома? Хотя долгое время атом считали неделимым,

полвека тому назад было доказано, что он не является пределом делимости вещества, что он не самая мелкая частица, а в свою очередь состоит из ряда еще более мелких частичек. По теперешним понятиям, устройство атома несколько напоминает солнечную систему. В центре его находится «солнце» — атомное ядро, вокруг которого вращаются «планеты» — электроны. Все электроны одинаковы. Это наиболее мелкие и подвижные из всех известных нам частиц. Если электрон увеличить до размеров типографской точки, то увеличенная во столько же раз типографская точка станет больше земного шара. Электроны являются носителями отрицательного электричества. Положительное электричество заключено в ядре каждого атома. Обычно атом имеет столько электронов, что положительный заряд ядра точно уравновешивается их отрицательным зарядом. Но электроны, как наиболее мелкие и подвижные частицы, можно заставить покинуть свои атомы и перейти в другие атомы. Именно это происходит при трении многих предметов и является причиной электризации их. Предмет, лишившийся части своих электронов, проявляет свойства положительного электрического заряда, так как отрицательный заряд оставшихся электронов уже не в состоянии компенсировать положительного заряда атомных ядер. Наоборот, предмет, получивший со стороны какое-то количество «чужих» электронов, оказывается заряженным отрицательно.

Особенно легко передвигаются электроны в металлах. В металлах имеется много так называемых свободных электронов, которые находятся на больших расстояниях от атомных ядер, слабо притягиваются ими и даже в обычных условиях беспорядочно путешествуют внутри предмета, то и дело покидая одни атомы и переходя в другие. Всякое перемещение электрических зарядов в проводнике представляет собою электрический ток. Однако, токи, создаваемые беспорядочным движением свободных электронов, компенсируют друг друга. Поэтому заметного электрического тока в металлах не существует до тех пор, пока не будет приложена внешняя электродвижущая сила (э. д. с.). Задача источника э. д. с. заключается в том, чтобы, объединив, устремив движения свободных электронов, создать в проводнике поток их в одном направлении. Для этого достаточно поддерживать на концах проводника разноименные электрические заряды. Отталкиваясь от отрицательного и притягиваясь к положительному заряду, свободные электроны начнут передвигаться вдоль проводника, образуя этим электрический ток в нем. После сказанного должно быть понятно, почему полюсы гальванического элемента обозначаются знаками + и — Как видите, электроны

движутся от минуса к плюсу, а не наоборот, как было принято в свое время считать направление электрического тока. Даже теперь, когда электронная теория объяснила сущность электрического тока и дала неопровержимые сведения об его истинном направлении, боязнь ломать укоренившиеся традиции заставляет нас пользоваться ложными определениями.

Итак, мы узнали о том, что имеющиеся в металлах свободные электроны могут легко передвигаться вне атомов, что электроны, обладая отрицательным зарядом, притягиваются положительными зарядами и отталкиваются отрицательными, и что образующееся при этом их упорядоченное движение является электрическим током. Теперь нам осталось совсем немного для того, чтобы понять, как работает радиолампа.

Обратимся к процессу кипячения воды. Налитая в сосуд холодная вода спокойна: мы не замечаем перемещения ее отдельных частиц. Поставим сосуд с водой на огонь. По мере нагревания вода начинает «оживать», ее частицы приходят в движение, которое с повышением температуры становится все более заметным и переходит наконец в бурление (при 100°), вода начинает быстро испаряться. Подобным же образом ведут себя свободные электроны при нагревании куска металла или проволочки. По мере нагревания скорость движения свободных электронов увеличивается. При определенной температуре электроны начинают так быстро носиться, что часть их вылетает за пределы нагреваемого предмета — «испаряется». Такое испускание электронов нагретыми проводниками называется **термоэлектронной эмиссией** (термо—тепло, эмиссия — испускание). Термоэлектронная эмиссия и положена в основу работы радиоламп, которые в технике называются **электронными лампами**.

Простейшая электронная лампа (фиг. 19,*а*, плакат 4) представляет собой стеклянный баллон, внутри которого помещены металлическая нить, накаливаемая током (**катод**), и пластинка, улавливающая электроны, которые вылетают из нити (**анод**). Воздух из баллона выкачивают, так как его частицы затрудняют вылет электронов из нити и их дальнейшее движение. Кроме того, нить нагреваемая до высоких температур, в воздухе моментально бы сгорела из-за соединения с кислородом. Проводники, помещенные внутри баллона ламп (катод и анод), называются **электродами**. Описываемая лампа является двухэлектродной или короче — **диодом**.

Каким же образом работает диод? Когда к нити подключают батарею накала, нить нагревается проходящим по ней током и начинает испускать электроны (фиг. 19,*б*). Эти электроны образуют в пространстве над нитью отрицательный за-

ряд («электронное облачко»), который тормозит дальнейший вылет электронов из нити. Если с помощью другой батареи (*Ба* на фиг. 19,*в*) сообщить нити отрицательный, а аноду положительный заряды, то вылетающие из нити электроны будут притягиваться анодом, и через лампу пойдет электрический ток. Понятно, чем больше величина зарядов анода и нити, т. е. чем выше напряжение батареи *Ба*, тем большее количество электронов притягивается анодом, тем сильнее ток, проходящий через лампу. Увеличение тока через лампу при повышении напряжения на аноде наблюдается до тех пор, пока анод не станет притягивать всех электронов, которые способна испускать нить при данной температуре нагрева. Дальнейшее повышение анодного напряжения бесполезно, ибо эмиссия нити оказывается недостаточной для удовлетворения запросов анода.

Это явление называется т о к о м н а с ы щ е н и я лампы. Если поменять полюсы батареи *Ба* (фиг. 19,*г*), анод, получивший при этом отрицательный заряд, перестанет притягивать электроны. Он будет отталкивать их, и ток через лампу прекратится. В этом случае говорят, лампа «заперта». В обратном направлении, т. е. с анода на нить, электроны перелетать не могут, потому что анод не нагревается и не испускает электронов. Свойство диода проводить ток только в одном направлении мы уже использовали при замене кристаллического детектора ламповым (по фиг. 17,*б*).

Хотя двухэлектродная лампа в ряде случаев приносит большую пользу, без нее можно было бы обойтись, потому что односторонней проводимостью обладают и другие приборы, которыми почти всегда можно заменить диод. Настоящим переворотом в радиотехнике явилось изобретение трехэлектродной лампы — т р и о д а. Благодаря применению триода оказалось возможным усиливать слабые сигналы и значительно увеличить дальность радиосвязи, оказалось возможным генерировать незатухающие колебания и осуществить радиотелефонную связь. Триод нашел широкое применение и в других отраслях техники. Он стал исходным образцом электронного прибора, в результате усовершенствования которого развилась современная электронная техника, применяющая тысячи различных электронных приборов. В чем же секрет устройства триода?

Триод отличается от диода наличием между катодом и анодом решетчатого электрода, названного у п р а в л я ю щ е й с е т к о й (фиг. 20,*а*) Этот электрод не зря назван управляющим. Его электрический заряд оказывает огромное влияние на условия прохождения тока через лампу.

Во-первых, рассмотрим, что будет происходить в триоде, если нить накаливается (током батареи накала — *Бн*), если с помощью другой батареи (*Ба*) анод заряжен положительно и если управляющая сетка никуда не подключена (фиг. 20,*б*). Очевидно, катод будет испускать электроны, которые устремятся к аноду лампы. Часть их пролетит через отверстия в сетке и достигнет анода, появится анодный ток. Другая же часть электронов «застрянет» в сетке, осядет на ней. Эти электроны очень быстро скопят на управляющей сетке отрицательный заряд, который преградит доступ следующих электронов к аноду, и анодный ток почти сразу прекратится, лампа окажется запертой. Для того, чтобы этого не происходило, сетку обязательно надо соединять с помощью проводников или сопротивлений с катодом. Тогда оседающие на сетке электроны будут «стекать» с нее на катод, и на сетке не будет образовываться отрицательного заряда. Это обстоятельство должен помнить каждый экспериментатор.

Триод запирается и в том случае, если большой отрицательный заряд сообщен управляющей сетке с помощью какой-либо батареи (фиг. 20,*в*). Если же отрицательный заряд сетки уменьшать, то сила, с которой отталкиваются им электроны, будет уменьшаться и, наконец, станет меньше той силы, с которой эти же электроны притягиваются положительным зарядом анода. Тогда некоторым электронам удастся «прошмыгнуть» к аноду через отверстия в сетке и появится анодный ток (фиг. 20,*г*). По мере дальнейшего снижения величины отрицательного заряда сетки все большее число электронов будет прорываться к аноду, анодный ток будет увеличиваться. Но достигнет ли он наибольшего значения, если отрицательный заряд с сетки будет снят совсем (фиг. 20,*д*), т. е. если между сеткой и катодом напряжение будет отсутствовать? Нет, не достигнет. Если управляющую сетку зарядить положительно (фиг. 20,*е*), анодный ток еще больше увеличится. Электроны притягиваются положительным зарядом сетки. Хотя некоторая часть их, оседая на ней, создает ток в сеточной цепи («сеточный ток»), другая часть электронов ускоряет свое движение и, пролетая через отверстия в сетке, быстрее достигает анода, анодный ток растет. Прирост его прекращается лишь при больших положительных зарядах на сетке, когда сетка начинает перехватывать слишком много электронов, и когда все электроны, которые способен испускать катод, улавливаются управляющей сеткой и анодом. Наблюдаемое при этом максимальное значение силы анодного тока называется, как и у диода, током насыщения. Дальнейшее увеличение положительного заряда не может вызвать увеличения анодного тока триода.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ

19. Диод

а) Устройство:

Анод

Нить (катод)

Условное обозначение

Баллон

б) Накал нити:

Батарея накала

— +

Бн

20. Триод

а) Устройство:

Управляющая сетка

Условное обозначение

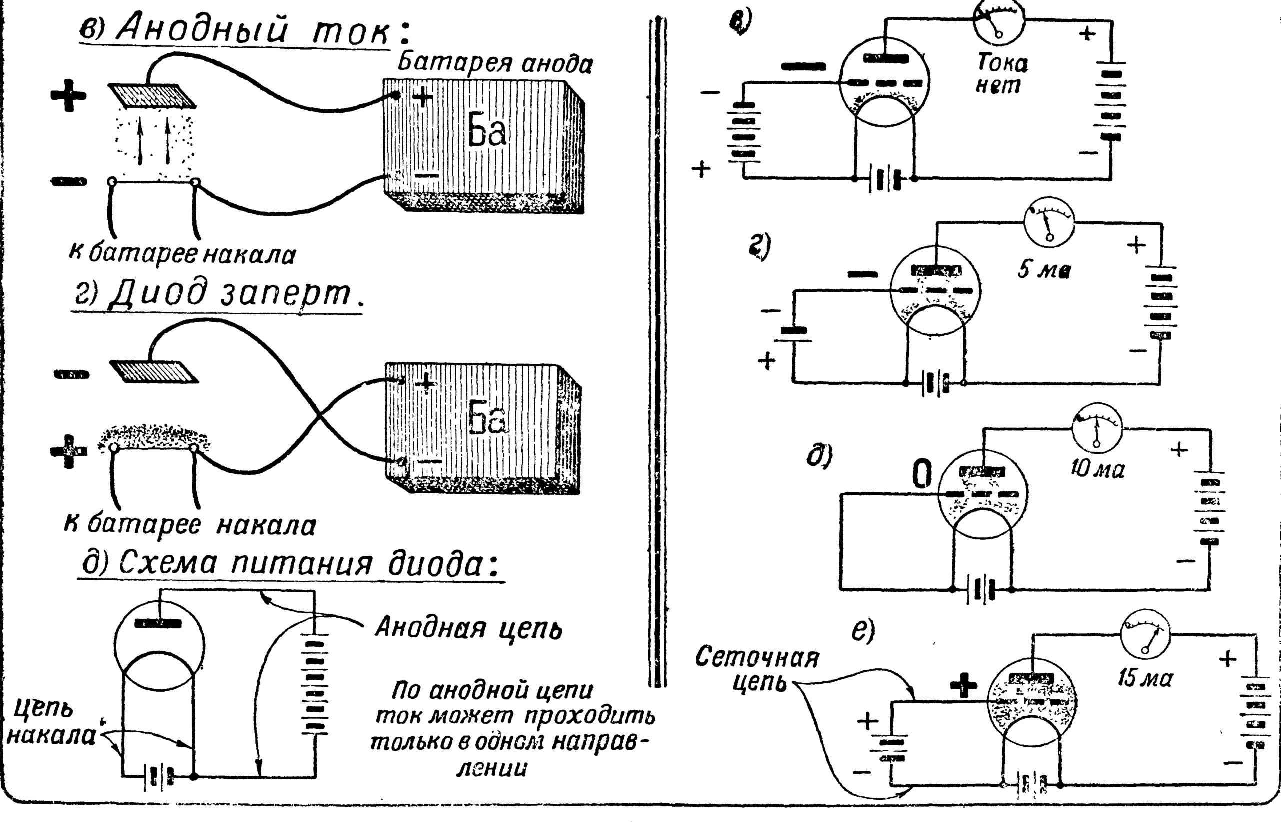
Распространенная конструкция триода

б)

Тока нет

+

—


в) Анодный ток:
Батарея анода
+
Ба
—
к батарее накала
г) Диод заперт.
—
+
Ба
к батарее накала
д) Схема питания диода:
Анодная цепь
Цепь накала
По анодной цепи ток может проходить только в одном направлении
в)
—
+
Тока нет
г)
5 ма
д)
0
10 ма
е)
Сеточная цепь
15 ма

Плакат 4

Из фиг. 20,*б*, *в*, *г*, *д*, *е* видно, что, изменяя напряжение, подключенное к управляющей сетке и катоду в пределах от запирания до насыщения ее анодного тока, удается управлять силой анодного тока. При этом даже небольшое изменение сеточного напряжения приводит к значительному изменению силы анодного тока триода. Это свойство триода позволяет применять его для усиления слабых токов.

Простейший усилитель для детекторного приемника. На фиг. 21,*а* (плакат 5) изображена схема простейшего усилителя низкой частоты на триоде для детекторного приемника. Эту схему можно собрать с помощью той же лампы, которую мы применяли для детектирования, — 2Ж2М или 2К2М. Дальше мы увидим, что эти лампы имеют более сложное устройство, но, прибегая к различным способам включения, их можно заставить работать и в качестве диода, и в качестве триода. В схеме 21,*а* к управляющей сетке триода подводится напряжение тока низкой частоты от детекторного приемника (от гнезд телефонов). Сопротивление, обозначенное буквой *R* (0,1 *мгом*), служит для «стекания» на катод электронов, оседающих на сетке. Его обычно называют «утечкой сетки». Ток в анодной цепи лампы совершает те же колебания, что и напряжение на управляющей сетке. Если в цепь анодного тока включить телефоны, как это показано на фиг. 21,*а*, то они издадут те же звуки, что и при включении в гнезда *Т* детекторного приемника, но громкость приема увеличится.

Усилитель низкой частоты по схеме 21,*а* собирается на маленьком шасси в виде приставки к детекторному приемнику. Конструкция шасси и монтаж усилителя представлены на фиг. 21,*б*, *в*. Для удобства включения лампы в схему используется «ламповая панелька», представляющая собой своеобразную штепсельную розетку, гнезда которой расположены так же, как штырьки на цоколе лампы. На фиг. 21,*б*, *в* показан простой способ крепления ламповой панельки к шасси, верхняя панель которого составляется из двух дощечек. На задней боковой стенке шасси устанавливают 3 зажима для присоединения накальной и анодной батарей (один из них общий — для приключения минусов обеих батарей). Для включения телефонов и для соединения усилителя с приемником служат 2 пары гнезд. Проводник, который надо соединить с колпачком лампы, снабжают наконечником из полоски жести, согнутой колечком. В качестве наконечников можно использовать колпачки от сгоревших предохранителей (см. фиг. 35,*б* на плакате 8). Внутренний монтаж усилителя выполняется медным проводом диаметром 0,4—1,0 *мм*. Если монтажный провод голый, в местах, где могут случайно прикоснуться

проводники различных цепей, на них одевают «кембриковый чулок» — трубку из пряжи, пропитанную изолирующим лаком. Кембриковые чулки бывают разных цветов. Разноцветный кембрик часто используют в сложных монтажах для облегчения ориентировки в расположении цепей. При этом кембрик красного цвета обычно одевают на провода, по которым подается плюс высокого (анодного) напряжения.

Теперь остановимся на правилах ухода за усилителем. Достаточно перепутать зажимы для подключения плюса анодной и накальной батарей, чтобы сжечь нить накала лампы и этим безвозвратно погубить радиолампу. Для предотвращения подобных ошибок сразу же после окончания монтажа около зажимов и гнезд надо сделать надписи, объясняющие назначение их. В качестве анодной батареи можно применить любую батарею марки БАС — БАС-60, БАС-70 или БАС-80. Между прочим, марка БАС расшифровывается следующим образом: батарея анодная сухая. Так, что эти батареи, применявшиеся нами для питания неонового генератора, имеют прямое назначение питать анодные цепи радиоламп. Для питания нити накала, как и в прошлом случае (фиг. 17), пригоден один гальванический элемент любого типа: 3С, 6-СМВД, БНС-100, БНС-МВД-500. Все они обладают одинаковой э. д. с. (около 1,5 *в*) и обеспечивают необходимую силу тока (50—60 *ма*). Правда, нити ламп 2Ж2М и 2К2М рассчитаны на напряжение 2 *в*, и при пониженном напряжении накала лампа не даст полного усиления, зато срок службы и батарей, и лампы увеличивается.

Интересно то обстоятельство, что срок службы радиолампы определяется иначе, чем у осветительной электрической лампы. Если не разбить баллон, электролампа работает (светит) до тех пор, пока цела нить, накаливаемая электрическим током. Радиолампа, как правило, перестает работать раньше, чем сгорит ее нить накала. Объясняется это следующим. Для того, чтобы нить радиолампы испускала много электронов, ее следовало бы накаливать до высокой температуры, на что уходило бы много электроэнергии. Так и получалось в первых радиолампах: они не только работали как радиолампы, но и освещали, и обогревали помещение. Значительно уменьшить растрату электроэнергии на посторонние действия удалось путем «активирования» катода. Покрывая катод (нить) специальными веществами — активаторами, — сумели и при более низкой температуре накала получать от катода обильное испускание электронов. Но активированные катоды обладают своими недостатками. Во-первых, в случае перекала нити повышенным напряжением слой активирующего вещества раз-

ПРОСТЕЙШИЙ УСИЛИТЕЛЬ



21. Усилитель н.ч. на триоде

а) Принципиальная схема

в) Внешний вид

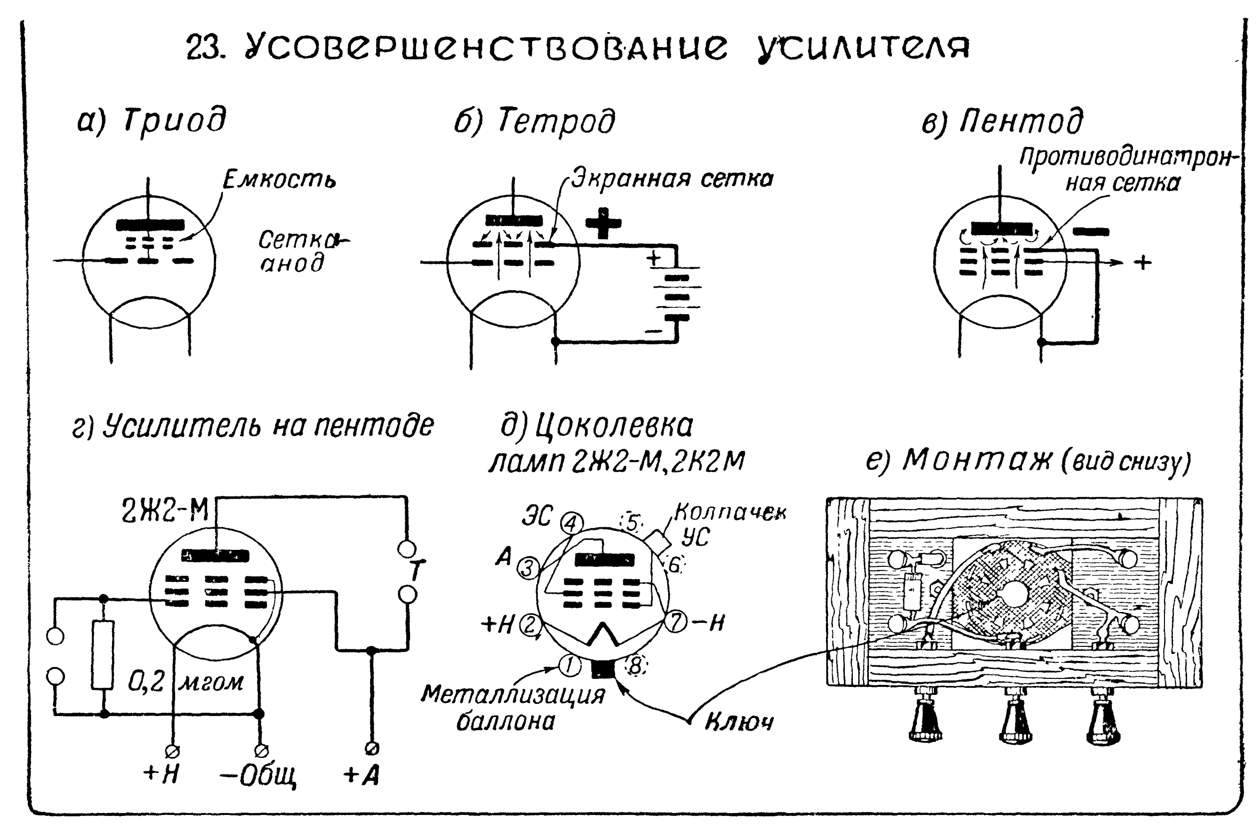
б) Монтаж (вид снизу)

22. Питание нити накала

а) Реостат накала

б) Вольтметр

в) Понижающее сопротивление


23. Усовершенствование усилителя
а) Триод
Емкость
Сетка-анод
б) Тетрод
Экранная сетка
в) Пентод
Противодинатронная сетка
г) Усилитель на пентоде
2Ж2-М
Т
0,2 мгом
+Н
−Общ
+А
д) Цоколевка ламп 2Ж2-М, 2К2М
ЭС
Колпачек УС
А
+Н
−Н
Металлизация баллона
Ключ
1
2
3
4
5
6
7
8
е) Монтаж (вид снизу)

Плакат 5.

рушается и катод сразу же утрачивает способность испускать электроны — «теряет эмиссию». Во-вторых, и при нормальном напряжении накала со временем активирующее вещество разрушается. Это вызывает постепенное уменьшение эмиссии катода, лампа «портится» и в конце концов теряет эмиссию совсем. Потеря эмиссии (со временем или от перекала нити) является основной причиной выхода из строя радиоламп.

Все радиолампы, предназначенные для радиоприемников и небольших усилителей, снабжаются активированными катодами. Поэтому надо всячески остерегаться увеличения напряжения накала сверх нормы. У батарейных ламп, в том числе ламп 2Ж2М и 2К2М, как указывалось, нормальное напряжение накала составляет 2 *в*. Но каким способом получить такое напряжение, если один элемент дает 1,4 *в*, а два соединенные последовательно — уже 2,8 *в*? Устройства, позволяющие регулировать величину напряжения, уже знакомы нам по первой брошюре. Обратимся хотя бы к регулятору громкости абонентской точки радиотрансляционной сети. Нам известны два типа таких регуляторов: плавный и ступенчатый. Плавный регулятор, состоящий из реостата, позволяет плавно уменьшать величину напряжения на нагрузке (громкоговорителе) путем введения в цепь большей или меньшей части его подковки — сопротивления. Ступенчатый регулятор позволяет регулировать напряжение скачками, путем включения в цепь того или иного постоянного сопротивления. Такие же регуляторы пригодны для гашения излишка напряжения в цепях питания нитей накала радиоламп. Подковка реостата накала лампы 2Ж2М или 2К2М должна обладать сопротивлением 15—25 *ом*. Такой реостат (фиг. 22,*а*) укрепляют на боковой стенке шасси усилителя и включают в разрыв провода, идущего от зажима $+H$ к нити накала лампы. На ось ползунка одевают ручку. Теперь, подключив к зажимам накала батарею из двух последовательно соединенных элементов, с помощью реостата можно снизить напряжение, поступающее на нить лампы, до 2 *в*. Но как узнать, в каком положении ползунка реостата к нити лампы поступает именно 2 *в*? Как измерить напряжение на концах нити? Вообще, для измерения напряжения применяются измерительные приборы, называемые в о л ь т м е т р а м и (фиг. 22,*б*). Вольтметр имеет шкалу с делениями, вдоль которой отклоняется стрелка. На шкале вольтметра стоит буква V (латинское вэ). Два вывода вольтметра обычно отмечаются знаками + и —. Соблюдая эти знаки, выводы вольтметра присоединяют к тем двум проводам цепи, между которыми хотят измерить напряжение. По отклонению стрелки судят о его величине. Например, на фиг. 22,*б* вольтметр пока-

зывает напряжение 1,9 *в* (вся шкала—3 *в*, одно деление 0,1 *в*). Такой прибор очень полезно иметь и для других целей. Наличие вольтметра облегчит налаживание ламповых схем, позволит производить испытание радиодеталей вне схемы и т. п. О пользовании измерительными приборами можно прочесть в брошюре Р. М. Малинина «Самодельные омметры и авометры» (Массовая радиобиблиотека, Госэнергоиздат, 1949 г.). В этой же брошюре вы найдете описание ряда самодельных измерительных приборов, которые нужны любителю для налаживания более сложных схем. Однако, в данном случае можно обойтись и без вольтметра. «На-глаз» или вернее «на-слух» правильно установить напряжение накала можно следующим образом. На детекторный приемник без усилителя «ловят» какую-нибудь станцию. Затем телефоны включают в предназначенные для них гнезда усилителя. Усилитель соединяют с детекторным приемником. Ручку реостата накала поворачивают в ту сторону, чтобы в цепь нити лампы было введено наибольшее сопротивление. После этого к зажимам усилителя присоединяют источники питания. Медленно вращая ручку реостата, уменьшают величину введенного в цепь накала сопротивления и этим увеличивают напряжение на нити. Когда громкость приема перестанет заметно увеличиваться, ручку следует немного повернуть в обратную сторону, потому что наибольшая громкость получается при некотором перекале нити.

Если такой реостат достать не удастся, можно применить ступенчатый регулятор. Он не позволит всегда поддерживать нормальное напряжение накала, но все-таки предохранит нить от перекала при питании ее от двух элементов. Для этого достаточно иметь два положения у ступенчатого регулятора. Проще всего на шасси усилителя установить дополнительный зажим $+H_2$, соединенный с зажимом $+H$ через сопротивление в 10—12 *ом* (фиг. 22,*в*). Свежие элементы подключают к зажимам — *Общ* и $+H_2$. После длительной работы, когда громкость значительно снизится, положительный вывод батареи накала переключают к зажиму $+H$.

Задача 1. Пользуясь законом Ома, подсчитайте, сколько вольт падает на сопротивлении регулятора и сколько вольт приходится на нить накала лампы 2Ж2М, если напряжение батареи накала составляет 2,7 *в*, сила тока в цепи равна 60 *ма* и сопротивление регулятора 12 *ом*?

Для выключения питания усилителя можно установить на его шасси специальный выключатель в цепи накала или пользоваться реостатом накала, у которого при увеличении сопротивления в конце подковки ползунок попадает на изолирован-

ный участок. Но проще всего выключать этот усилитель, вынимая лампу из панельки. Всегда помните, что

при вынимании лампы из панельки не рекомендуется браться за ее баллон — он может оторваться от цоколя. Вынимать лампу можно, только беря ее за цоколь.

Выключать питание путем отсоединения батарей неудобно, так как их концы надо каждый раз изолировать, иначе они могут замкнуться.

Когда описанный усилитель будет у вас работать, проделайте следующий эксперимент. Перепаяйте провод, подходящий к лампе от одного из гнезд телефонов, на соседнее гнездо ламповой панельки, а освободившееся гнездо ламповой панельки соедините с зажимом $+A$. Монтаж усилителя после такой переделки изображен на фиг. 23,*е*. Включив затем питание, вы заметите, что усилитель стал работать громче. Принципиальная схема усилителя после переделки представлена на фиг. 23,*г*. Сравнивая ее с первоначальной (фиг. 21,*а*), нетрудно обнаружить, что в новой схеме изображена лампа с тремя сетками. Именно такое устройство имеет применявшаяся нами вместо диода и триода лампа 2Ж2М (2К2М). Это пятиэлектродная лампа — п е н т о д.

Эксперимент доказывает явные преимущества пентода перед триодом. Первая сетка (считая от катода) в пентоде выполняет те же обязанности, что и в триоде. Она является у п р а в л я ю щ е й с е т к о й. Значительно улучшают свойства лампы две дополнительных сетки: э к р а н н а я (вторая от катода) и п р о т и в о д и н а т р о н н а я (третья сетка).

В триоде управляющая сетка и анод образуют как бы конденсатор (фиг. 23,*а*). Переменные заряды, возникающие на аноде лампы при работе усилителя, воздействуют через этот конденсатор на цепь управляющей сетки. В результате, кроме усиления в триоде наблюдается обратная передача энергии из анодной цепи в сеточную. Дальше мы узнаем, что эта так называемая «о б р а т н а я с в я з ь» является причиной возникновения собственных электрических колебаний, причиной «с а м о в о з б у ж д е н и я» схемы. Чем большее усиление дает триод, тем легче наступает самовозбуждение, особенно при усилении высокочастотных колебаний. В целях борьбы с паразитной обратной связью была введена в лампу экранная сетка, отделяющая анод от управляющей сетки (фиг. 23,*б*). Для нормальной работы такой лампы (т е т р о д а), ее экранной сетке надо сообщать положительный заряд, например, от анодной батареи. Тогда экранная сетка не только предотвратит самовозбуждение, но и ускорит движение электронов к аноду, причем возрастет усиление, даваемое лампой.

Тетрод явился более совершенной лампой, чем триод, но и у него имеется один недостаток. Скорости полета электронов к аноду резко увеличились с введением в лампу положительно заряженной экранной сетки. Они стали достигать десятков тысяч километров в секунду (!). Летящие с такой огромной скоростью электроны форменным образом «бомбардируют» анод и выбивают из него силой своего удара другие, так называемые вторичные электроны. Это явление называется динатронным эффектом. В специальных приборах — электронных умножителях — удалось воспользоваться этим явлением для усиления слабых токов. В обычной же электронной лампе динатронный эффект, вызывая паразитные токи в цепях ее электродов, представляет вредное явление. В пентодах третья сетка, называемая противодинатронной, помещается вблизи анода. Благодаря соединению с катодом она получает отрицательный заряд, который «вталкивает» вторичные электроны обратно в анод (фиг. 23,*в*). Довольно часто от противодинатронной сетки не делают вывода, а соединяют ее с катодом внутри баллона лампы. Так сделано, например, в лампах 2Ж2М и 2К2М.

Схема соединения электродов этих ламп со штырьками на цоколе — «цоколевка» — представлена на фиг. 23,*д*. Зная цоколевку ламп, можно смонтировать ту или иную ламповую конструкцию по принципиальной схеме, не прибегая к помощи монтажной схемы этой конструкции. На фиг. 23,*д* расположение штырьков представлено при рассматривании цоколя снизу, со стороны монтажа. Так всегда дается цоколевка.

На примере одноплампового усилителя низкой частоты мы познакомились с устройством и принципом работы электронных ламп, узнали элементарные правила обращения с ними. Но усиления, даваемого описанным усилителем, далеко не всегда достаточно для громкоговорящего приема. Уверенный прием на громкоговоритель обеспечивает двухламповый усилитель. Правда, двухламповый усилитель потребляет больше энергии, чем одноламповый, но все-таки его и следует рекомендовать как типовой усилитель к детекторному приемнику.

Двухкаскадный усилитель н. ч. для детекторного приемника. Принцип построения многоламповых усилителей заключается в том, что сигналы, усиленные одной лампой, подводят к управляющей сетке второй лампы и т. д., — лампы усиливают поочереди. Каждая ступень такого усилителя, содержащая лампу и вспомогательные детали (сопротивления, конденсаторы, катушки), называется каскадом. На фиг. 24

(плакат 6) изображена принципиальная схема двухкаскадного усилителя. К гнездам *вход* приключают подлежащее усилению напряжение низкой частоты (от гнезд телефонов детекторного приемника). Сопротивление R_1 является утечкой сетки ламп $Л_1$. В анодную цепь этой лампы включено сопротивление R_2. Всякие изменения силы анодного тока лампы $Л_1$ вызывают соответствующие им изменения напряжения на этом сопротивлении. Таким образом, при работе усилителя на сопротивлении R_2 выделяется усиленное первой лампой напряжение низкой частоты. Через конденсатор C_2 это напряжение передается на управляющую сетку второй лампы $Л_2$. Здесь конденсатор поставлен для того, чтобы на сетку лампы $Л_2$ не попал постоянный положительный заряд с анода лампы $Л_1$. Конденсатор C_2 как бы разделяет пути постоянному и переменному токам. Его так и называют: разделительный конденсатор. Сопротивление R_4 является утечкой сетки лампы $Л_2$. В анодной цепи находятся гнезда *выход*, служащие для включения громкоговорителя.

Несколько слов о цепях питания усилителя. Экранные сетки обеих ламп питаются от анодной батареи через сопротивления R_3 и R_5. Эти сопротивления понижают напряжения, поступающие на экранные сетки так, что положительный заряд сеток не превышает положительного заряда на анодах ламп. Если этого не предусмотреть, экранные сетки будут перехватывать много электронов, летящих к анодам, что приведет к бесполезному увеличению тока, потребляемого от анодной батареи (усилитель станет неэкономичным), и даже ухудшит работу усилителя (появятся искажения, уменьшится усиление). Сопротивления R_3 и R_5 не только снижают «гасят» напряжение, поступающее на экранные сетки. Они могут работать подобно анодным нагрузкам, ибо экранные сетки захватывают часть электронов и по сопротивлениям R_3 и R_5 может проходить часть усиленного лампой тока н. ч. При этом на экранных сетках появятся переменные заряды усиливаемых сигналов и они (эти сетки) потеряют экранирующее действие, ибо сами станут как бы маленькими анодами. Чтобы этого не получилось, экранные сетки, питающиеся через сопротивления, всегда надо соединять с катодом при помощи конденсаторов, которые представляют малое сопротивление для токов усиливаемых частот. Тогда эти токи будут замыкаться на катод, и на экранной сетке не возникнет переменного напряжения. Эти обязанности и выполняют конденсаторы C_1 и C_3 в схеме усилителя.

Нити накала ламп усилителя соединены последовательно. Чтобы понять, зачем это сделано, решим следующие задачи.

Задача 2. Пользуясь формулами расчета последовательного соединения и формулой расчета емкости гальванических элементов, определите, сколько элементов типа 3-С необходимо применить для питания цепи накала ламп усилителя (фиг. 24), и в течение какого времени эти элементы обеспечат работу усилителя? (Емкость элементов 3-С — 30 *ач*, э. д. с. — 1,4 *в*, разрядный ток—100 *ма*, ток накала одной лампы 2Ж2М, 2К2М — 60 *ма* напряжения накала 2 *в*).

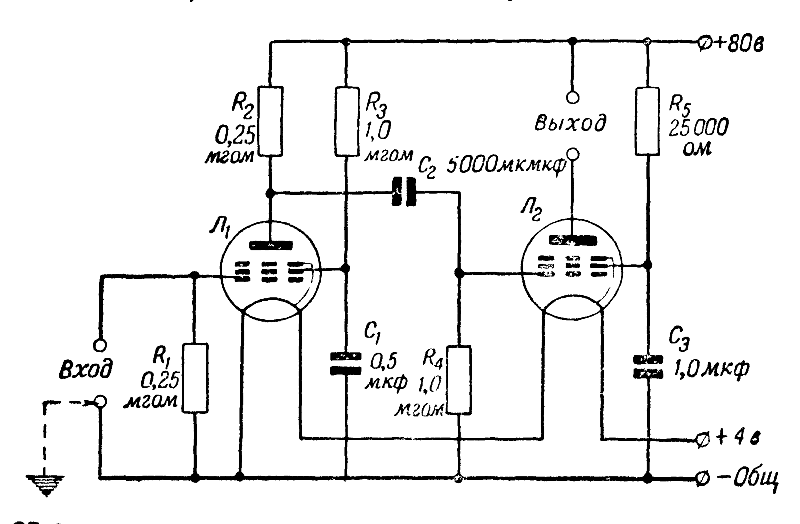
Задача 3. Определите, сколько элементов типа 3-С обеспечат работу усилителя, в течение того же времени, если нити двух его ламп будут соединены параллельно?

Решив обе задачи, вы увидите, что схема последовательного соединения нитей накала ламп в данном случае оказывается более экономичной. Это происходит из-за того, что при параллельном соединении нитей и при питании их от двух последовательно соединенных элементов образуется большой излишек напряжения — около 1 *в*, который приходится бесполезно гасить с помощью реостата или постоянного добавочного сопротивления.

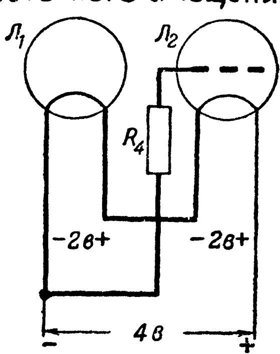
Обратите внимание на сеточную цепь лампы второго каскада усилителя. Она отдельно вычерчена на фиг. 25. Сопротивление утечки сетки R_4 присоединено не к нити лампы $Л_2$, а к минусу батареи накала. В цепь управляющей сетки лампы $Л_2$ оказывается включена нить накала лампы $Л_1$, а вместе с нею и напряжение накала ее. В связи с этим управляющая сетка лампы $Л_2$ получает через сопротивление R_4 небольшой отрицательный заряд относительно катода, порядка 2 *в*. Небольшое постоянное напряжение, прикладываемое к управляющей сетке усилительной лампы отрицательным полюсом, называют **сеточным смещением**. Значение термина «сеточное смещение» будет вполне понятно вам только после более детального изучения свойств радиолампы, после ознакомления с «ламповыми характеристиками». В этом деле вам окажет помощь книга Кина «Азбука радиотехники» (Госэнергоиздат, 1948 г.). Пока что следует принять к сведению, что сеточное смещение оказывает очень большое влияние на работу лампы. Применением и правильным выбором величины его добиваются: 1) наименьших искажений при усилении звуковых токов, 2) наибольшей экономичности питания анодных цепей ламп, 3) высокой чувствительности усилителя. Кроме того, у некоторых ламп (со специальной конструкцией управляющей сетки) от величины сеточного смещения зависит усиление. Такие лампы называются «варимю» (по-русски — «переменное усиление»). С их помощью осуществляется автоматическая регулировка громкости (усиления).

Двухкаскадный
для детекторного

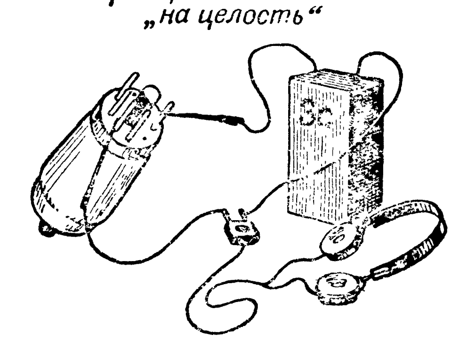
24. Принципиальная схема усилителя



25. Схема подачи сеточного смещения



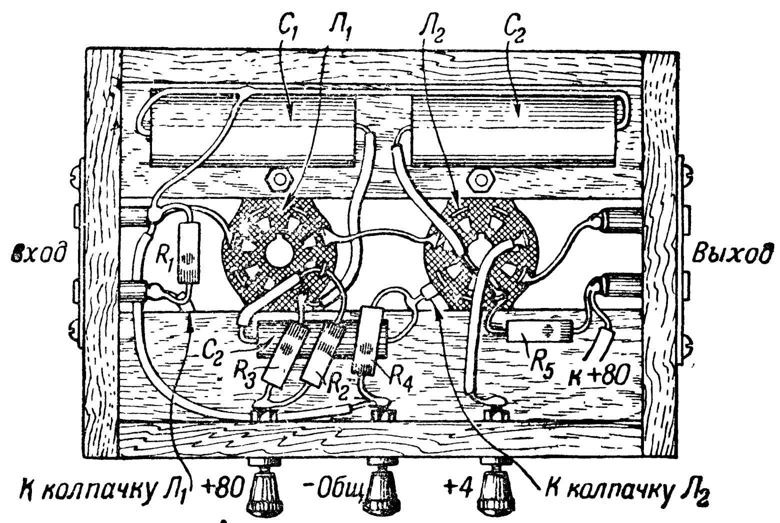
27. Пробник из телефонов
проверка нити накала „на целость“



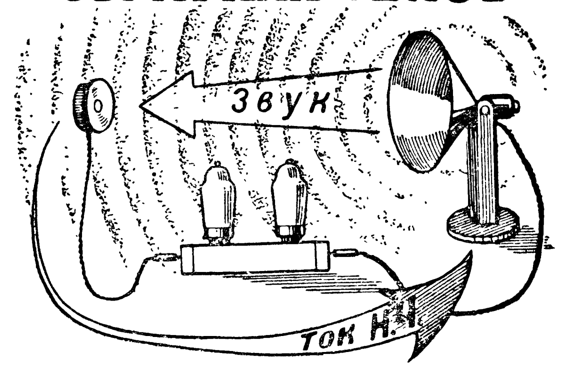
Пла

Усилитель приемника

26. Монтаж (вид снизу)



28. Акустическая ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ



Конструкция усилителя изображена на фиг. 26. Конечно, копировать размещение деталей не обязательно. В зависимости от примененных деталей, от вкуса конструктора и практических возможностей монтаж может быть видоизменен. При выполнении монтажа любого радиоаппарата надо соблюдать следующие правила. Во-первых, точное соединение деталей согласно принципиальной схеме. Во-вторых, расположение деталей должно быть таким, чтобы соединительные провода были как можно короче. Особенно важно делать короткими провода, подходящие к управляющим сеткам и анодам ламп, и в первую очередь,— к управляющей сетке лампы первого каскада. Когда усилитель будет собран, выполните такой опыт. Шнур громкоговорителя, включенного в гнезда *выход*, приблизьте к проводу управляющей сетки первой лампы (к колпачку на ее баллоне). В громкоговорителе появится сильный свист. Благодаря обратной связи усилитель начнет генерировать собственные «паразитные» колебания. Во избежание паразитной генерации и надо всячески укорачивать в монтаже сеточные и анодные провода. В связи с этим же усилитель надо располагать около самого детекторного приемника, чтобы соединяющие их провода были по возможности короткими. Соединяя приемник с усилителем, надо следить и за тем, чтобы гнездо входа усилителя, подключенное в монтаже к зажиму — *Общ* было соединено с тем из гнезд телефонов приемника, которое подключено в приемнике к зажиму заземления. Соответственно, гнездо входа усилителя, соединенное с управляющей сеткой лампы $Л_1$, должно быть соединено с гнездом телефонов приемника, подключенным к детектору. Если гнезда телефонов в приемнике заблокированы конденсатором емкостью более 500 *мкмкф*, этот конденсатор надо заменить другим, емкостью в 200—500 *мкмкф*. Усилитель рассчитан для работы на громкоговоритель типа «Рекорд», который включается в гнезда *выход*.

Эксплоатация двухкаскадного усилителя не сложнее, чем однолампового. Батарея накала составляется из трех элементов типа 3-С. Можно применить и любые другие три гальванические элемента в последовательном соединении. Так как их общая э. д. с. лишь немногим превышает нужное напряжение накала, необходимость в реостате накала отпадает. Выключение усилителя можно производить вынимапием из панельки одной из его ламп, но для большего удобства пользования усилителем лучше установить на его панели выключатель (любой конструкции), введенный в цепь накала нитей. Попробуйте сами ответить на вопрос, почему выключатель питания ставится только в цепи накала ламп и есть ли необ-

ходимость выключать еще анодную батарею? Источником анодного питания может служить одна батарея на 70—80 *в*.

При правильном выполнении монтажа и соблюдении указанных на фиг. 24 величин деталей усилитель не требует никакого налаживания и после сборки сразу же готов к действию. Если же монтаж выполнен неверно, могут произойти разные неприятности и даже сгореть нити ламп. Поэтому, прежде чем присоединять батареи, надо еще раз проверить правильность монтажа, соответствие его принципиальной схеме, отсутствие случайных замыканий. Так надо поступать всякий раз перед включением вновь изготовленной или отремонтированной конструкции. При первом включении рекомендуется сначала присоединить батарею накала, убедиться в том, что нити ламп накаливаются (до темнокрасного каления) и только тогда, включив в гнезда выхода громкоговоритель, присоединить анодную батарею. Отсутствие накала нитей свидетельствует о неисправности ламп, гальванических элементов или о неправильных соединениях в монтаже. Если в монтаже нет ошибок, надо проверить гальванические элементы путем присоединения к каждому из них лампочки от карманного фонаря или телефонов (в телефонах при этом должен быть слышен громкий щелчок). Отсутствие щелчка в телефонах указывает на обрыв в выводах элемента. Тихий щелчок или слабое накаливание лампочки говорит о том, что элемент разряжен. Если и элементы в порядке, надо проверить целость нитей накала ламп. Для этого к действующему гальваническому элементу опять присоединяют телефоны, но последовательно с ними в цепь включают нить накала испытываемой лампы (фиг. 27). Если щелчка не будет слышно, нить лампы оборвана. Такую лампу надо заменить. Этим же способом можно проверять и другие детали, провода, пайки. Приспособление для проверки цепей и деталей на токопрохождение называется пробником. Устранив причину отсутствия накала нитей ламп, можно присоединить анодную батарею. У анодной батареи рекомендуется сначала присоединять плюс, а затем минус. Тогда случайное прикосновение неприсоединенного еще конца ее к зажиму накала не вызовет перегорания нитей ламп. Это может произойти, если сначала присоединяется минус.

Исправность усилителя можно проверить, не соединяя его с детекторным приемником. Коснитесь пальцем колпачка первой лампы. В громкоговорителе будет слышен свист или шум. Можно поступить иначе. Включите в гнезда входа телефоны. При сближении их с громкоговорителем должен появиться громкий звук. Телефоны при этом работают подобно микрофону (фиг. 28). Звук, издаваемый громкоговорителем, застав-

ляет колебаться мембрану телефонов. Стальная мембрана, колеблясь в магнитном поле постоянного магнита, заключенного в телефонах, изменяет это поле и благодаря электромагнитной индукции возбуждает в катушках телефонов переменную э. д. с. Эта э. д. с. усиливается лампами усилителя и заставляет продолжать звучать громкоговоритель. Здесь мы опять сталкиваемся с явлением обратной связи (связи выхода со входом). Только в данном случае мы имеем дело с акустической обратной связью через звуковые колебания частиц воздуха.

Убедиться в том, что телефоны вырабатывают электрический ток при воздействии на их мембраны звуковых колебаний, можно таким способом. Поднесите вплотную ко рту один из наушников, включенных в гнезда *вход* усилителя и произнесите какое-нибудь слово. Громкоговоритель вместе с вами произнесет это слово. Правда, телефоны не предназначены для этой цели, поэтому, работая микрофоном, они сильно искажают звуки, и вы можете даже не узнать собственного голоса. Однако, этот принцип преобразования звуковых колебаний в электрические вполне пригоден для постройки хорошего микрофона. Такой микрофон даже будет обладать бо́льшим преимуществом перед угольным: он будет сам вырабатывать э. д. с., не расходуя при этом энергии от специальной батареи, которая необходима для угольного микрофона.

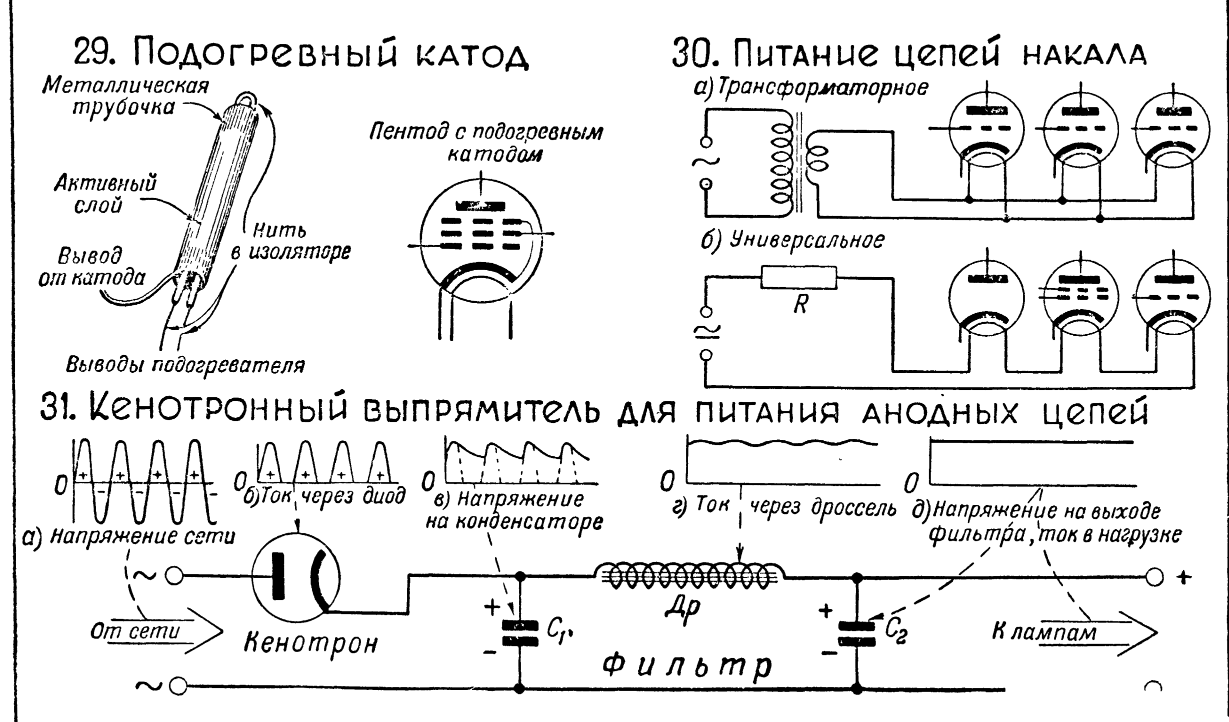
На этом же принципе работает электромагнитный адаптер. Адаптер (звукосниматель) позволяет превращать звуковые колебания, записанные на граммпластинке в виде извилистой дорожки, непосредственно в электрические. Применяя усилитель н. ч., эти колебания усиливают и воспроизводят с помощью громкоговорителя. В целом подобная установка, называемая радиограммофоном, получается сложнее, чем обычный патефон с акустической мембраной, но качество звучания радиограммофона значительно выше. Кроме того, оказывается возможным получить и значительно бо́льшую громкость.

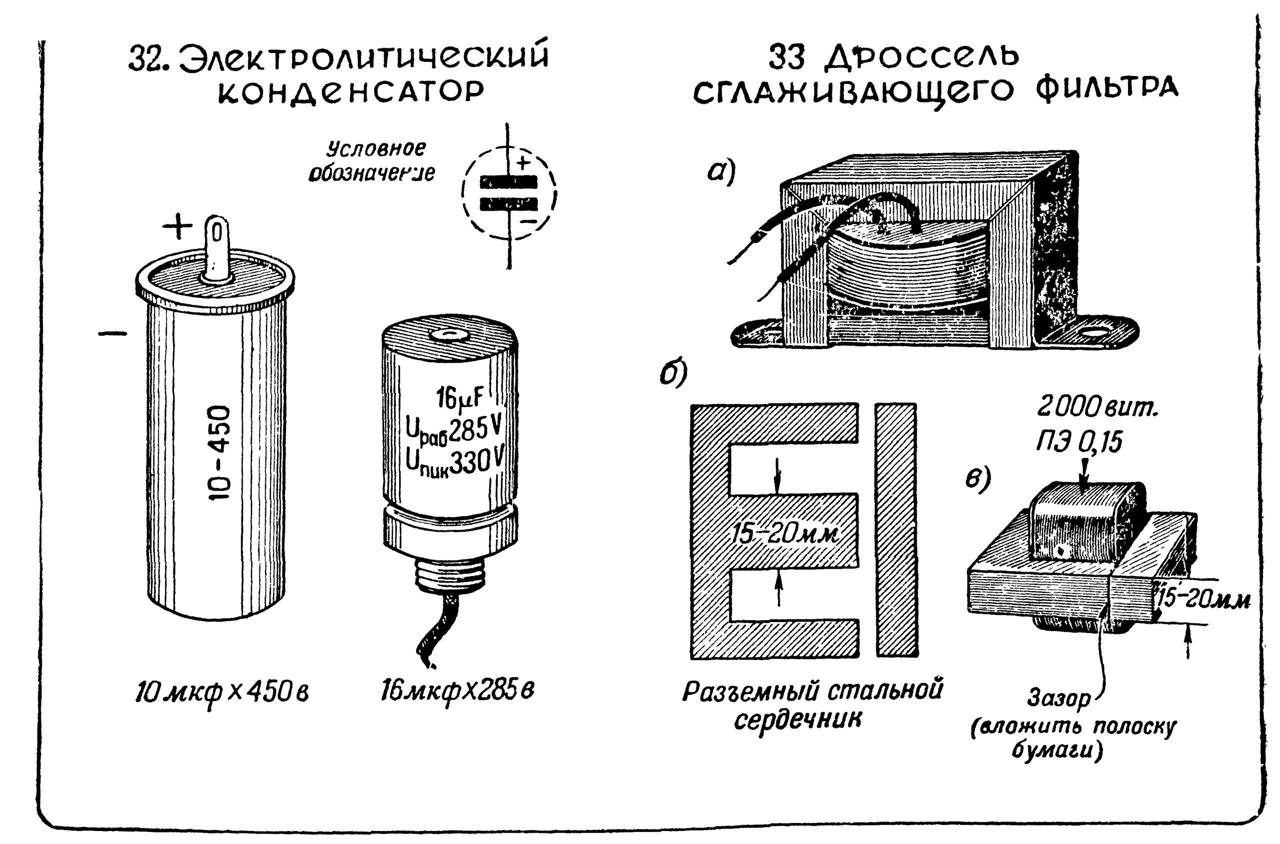
Радиограммофон с усилителем, питающимся от батарей, делать нерационально, так как экономичный усилитель н. ч. даст немногим лучшие результаты, чем обычный патефон, а высококачественный мощный усилитель будет потреблять слишком много энергии от батарей, и эксплоатация его обойдется очень дорого. Но радиолюбителю, проживающему в электрифицированной местности, имеет полный смысл собрать усилитель к патефону. Ниже описывается, как построить радиограммофон, т. е. усилитель вместе с электропроигрывателем. Читателям, уже имеющим обычный патефон, останется заменить его мембрану адаптером и собрать только усилитель.

Прежде всего посмотрим, какой отпечаток накладывает на схему усилителя питание его от электрической сети. Подавляющее большинство электрических сетей работает на переменном токе. Если нити электронных ламп разогревать переменным током, то электроны будут испускаться ими неравномерно: каждое изменение тока накала будет вызывать изменение температуры нити, а следовательно, и ее эмиссии. Частота этих изменений лежит в пределах звуковых колебаний. Поэтому громкоговоритель, включенный в анодную цепь лампы, нить которой нагревается переменным током, будет беспрерывно издавать звук. В таких случаях недовольно замечают: «прослушивается фон переменного тока». Во избежание этого явления в лампах, предназначенных для питания от сети, устраиваются так называемые подогревные катоды (фиг. 29, плакат 7). У подогревного катода нить не покрывается активным слоем и не испускает электронов. Здесь нить служит только для нагрева тонкой металлической трубочки, внутри которой она помещена. Трубочка же покрывается активирующим веществом и испускает электроны, являясь собственно катодом лампы. При включении лампа с подогревным катодом начинает работать не сразу: проходит некоторое время, пока катод достаточно нагреется и станет испускать электроны. Зато после этого катод хорошо сохраняет свою температуру, которая уже не успевает изменяться при каждом колебании тока накала нити. Подогревный катод иначе называют катодом косвенного накала, в отличие от катода прямого накала — катода батарейной лампы, состоящего из одной нити накала. Условное обозначение подогревного катода ясно из фиг. 29, где представлено схематическое изображение сетевого пентода. Хотя подогревный катод состоит из двух самостоятельных, изолированных друг от друга деталей, его считают одним электродом. От нити делается два вывода, чтобы иметь возможность пропускать по ней ток для накаливания ее. От самого катода обычно устраивают один вывод, так как для работы лампы ему достаточно сообщить определенный заряд, что всегда делается с помощью одного вывода от электрода.

На фиг. 30,*а*, *б* изображены два применяющихся способа питания нитей пониженным напряжением: трансформаторный и бестрансформаторный. Трансформаторное питание нитей накала возможно только от сети переменного тока, которую условно обозначает волнистая линия « ~ » на фиг. 30,*а*. Последовательное соединение нитей позволяет питать их как переменным, так и постоянным током (фиг. 30,*б*). Поэтому схема без трансформатора называется иначе схемой универ-

ПИТАНИЕ ЛАМП ОТ ЭЛЕКТРОСЕТИ




32. Электролитический конденсатор
Условное обозначение
+
−
+
−
10-450
16µF
$U_{раб}$ 285V
$U_{пик}$ 330V
10 мкф х 450 в
16 мкф х 285 в
33 Дроссель сглаживающего фильтра
а)
б)
15-20мм
Разъемный стальной сердечник
в)
2000 вит.
ПЭ 0,15
15-20мм
Зазор (вложить полоску бумаги)

Плакат 7.

сального питания. Сопротивление R в схеме универсального питания употребляется в тех случаях, когда сумма напряжений накала всех ламп меньше сетевого напряжения, т. е. для гашения излишка напряжения. В схемах универсального питания обычно ставят лампы, нити которых рассчитаны на одинаковую силу тока. В ином случае необходимо добавление в схему еще ряда сопротивлений, которые будут бесполезно расходовать электрическую энергию. Для схем универсального питания у нас выпускается серия ламп с током накала 0,3 *а*. Эту же силу тока должно выдерживать при допустимом нагреве гасящее сопротивление R.

Количество теплоты, выделяемое в проводнике, тем больше, чем больше сила тока в нем и чем больше напряжение на его концах. Произведение силы тока на напряжение показывает, сколько энергии расходуется каждую секунду на образование тепла, и называется **мощностью** электрического тока (в формулах обозначается условно буквой P — латинское «пэ»).

Мощность = напряжение $\times$ сила тока,

или

$$P = U \cdot I.$$

При расчетах по этой формуле мощность получается в ваттах (*вт*), если напряжение взять в вольтах (*в*), а силу тока в амперах (*а*).

Задача 4. Определите, какая мощность расходуется в гасящем сопротивлении, если сила тока, потребляемого лампами, равна 0,3 *а*, напряжение сети 127 *в*, а напряжение накала всех ламп 67 *в*.

Эта задача составлена в соответствии со схемой усилителя нашего радиограммофона. Решение ее показывает, что мощность, расходуемая в гасящем сопротивлении, велика. Примерно такая же мощность накаливает добела нити небольших электроламп для освещения квартир. Это надо иметь в виду при выборе гасящего сопротивления для схемы универсального питания. В качестве такого сопротивления следует применять проволочные сопротивления, выполненные из достаточно толстой проволоки. На этом месте хорошо работают так называемые **остеклованные** сопротивления (проволочные сопротивления, намотанные на фарфоровой трубке и залитые огнеупорным стеклом).

Для портативного радиограммофона приходится рекомендовать универсальное питание, потому что трансформатор является крупной и тяжелой деталью, применение которой увеличивает вес и размеры радиограммофона.

Теперь рассмотрим схему питания анодных цепей ламп от сети переменного тока. Анодные цепи ламп необходимо питать постоянным током. Для того, чтобы получить постоянный ток из переменного, пользуются уже знакомым нам свойством диода проводить ток только в одном направлении. Фиг. 31 представляет схему такого лампового выпрямителя. Вместе со схемой помещены графики, поясняющие работу отдельных звеньев выпрямителя. Напряжение сети переменного тока изображено на фиг. 31,*а*. Через диод ток проходит в те моменты, когда на его анод действует плюс, — график *б*. Ток через диод имеет постоянное направление, однако сила его периодически изменяется и даже есть моменты, когда ток прекращается совсем. Это так называемый **пульсирующий ток**. Для питания анодных цепей ламп необходим ток постоянного направления и постоянной силы, без перебоев и пульсации. Чтобы получить такой ток, надо пульсирующий ток пропустить через сглаживающий **фильтр**.

Фильтры вообще представляют собой очень распространенные в радиотехнике цепи, состоящие из конденсаторов, катушек и сопротивлений. Фильтры предназначаются для разделения тем или иным способом токов разных частот.

Сглаживающий фильтр, применяемый в выпрямителях, работает следующим образом. В тот момент, когда диод проводит ток, этот ток поступает не только в нагрузку (к лампам усилителя), но и одновременно заряжает конденсатор C_1. Когда на анод диода действует минус и этот ток прекращается, конденсатор C_1 начинает разряжаться и поддерживает некоторое время ток в нагрузке. Чем больше емкость конденсатора C_1, тем большее количество энергии он будет запасать при заряде и тем лучше он будет поддерживать ток в нагрузке в моменты запирания диода. Колебания напряжения на конденсаторе C_1 изображает график *в*. Это тоже пульсирующий ток, но его пульсация значительно слабее, чем пульсация тока через диод (график *б*). Перебоев в подаче энергии уже не наблюдается, но сглаживание, даваемое одним конденсатором, еще недостаточно. Поэтому в цепь выпрямленного тока включают еще катушку, обладающую большой индуктивностью — **дроссель**. Как мы знаем, э. д. с. самоиндукции, возникающая при всяком изменении силы тока в катушке, противодействует этому изменению. В связи с этим, проходя по дросселю, пульсирующий ток еще больше сглаживается (график *г*). Наконец, применением второго конденсатора C_2 удается пульсацию тока еще больше уменьшить и на выходе фильтра получить практически чистый постоянный ток (график *д*).

Для хорошей работы фильтра необходимо, чтобы индуктивность дросселя и емкость конденсаторов были достаточно велики. Дроссель должен иметь стальной сердечник, который в схеме условно обозначается рядом параллельных линий, расположенных вдоль схематического изображения катушки. Емкость фильтровых конденсаторов обычно выбирается в пределах от 10 до 50 *мкф*. Большая емкость конденсаторов достигается либо применением очень тонких диэлектриков (сближением обкладок), либо увеличением площади обкладок. Очень тонкий изолятор трудно изготовить, да он и не будет обладать достаточной, электрической прочностью, так как его легко пробьет небольшое напряжение. Поэтому получать большую емкость можно ценой значительного увеличения площади обкладок, т. е. размеров конденсатора. Резко уменьшить габариты и вес конденсаторов большой емкости позволило изобретение электролитического конденсатора (фиг. 32). Электролитический конденсатор состоит из двух алюминиевых пластин, между которыми находится специальный химический раствор, проводящий электрический ток, — электролит. Обычно электролитом является смесь глицерина, борной кислоты и раствора аммиака. Роль диэлектрика в электролитическом конденсаторе выполняет тончайшая пленка окиси, которая покрывает одну из алюминиевых пластин. Диэлектрическую пленку создают при помощи электролиза — химической реакции, происходящей при пропускании тока через электролит. Такая пленка обладает удивительными свойствами. Во-первых, она чрезвычайно тонка, настолько тонка, что ее толщину не удается измерить непосредственно даже с помощью очень точных приборов. Во-вторых, она обладает высокой электрической прочностью. В связи с этим электролитические конденсаторы при той же емкости, что и бумажные, получаются во много раз меньше бумажных. Но диэлектрическая пленка моментально разрушается, если электролитический конденсатор включить в цепь переменного тока или перепутать обозначенную на нем полярность при включении в цепь постоянного тока. В связи с этим

электролитический конденсатор можно включать только в цепь постоянного тока, строго соблюдая при этом полярность.

Если полярность электролитического конденсатора не указана, значит алюминиевый корпус его служит отрицательным полюсом, вывод — положительным. Встречаются «электролитики» (обиходное название электролитического конденсатора), у которых оба вывода изолированы от корпуса. Существуют и сдвоенные электролитики, у которых в одном корпусе заключены

два конденсатора. В сглаживающем фильтре выпрямителя лучше всего применять электролитические конденсаторы. Остается добавить, что как и всякие конденсаторы, электролитики рассчитываются на определенное рабочее напряжение, которое указывается заводом на их корпусе.

Включение конденсатора под напряжение, превышающее указанную на нем рабочую величину, недопустимо, так как приводит к пробою диэлектрика.

Резерв электрической прочности у электролитиков значительно меньше, чем у бумажных или слюдяных конденсаторов, поэтому соблюдение этого правила при пользовании электролитиками особенно важно. К тому же выпускаются так называемые низковольтные электролитики, рассчитанные на рабочее напряжение всего лишь в несколько вольт. Все это обязывает к очень внимательному обращению с электролитиками.

Заканчивая описание схем питания усилителя,— его «силовой» части, укажем, что электронные лампы, применяемые в выпрямительных устройствах, называются кенотронами. В частности, в выпрямителе описываемого радиограммофона работает двухэлектродная лампа типа 30Ц1М, которая называется одноанодным кенотроном.

Выпрямитель с одним одноанодным кенотроном называется однополупериодным выпрямителем, потому что ток выпрямляется им только в течение одной половины каждого периода (колебания) сетевого переменного тока: другую же половину периода, когда на анод кенотрона действует минус, ток от сети не проходит. Это ясно из сопоставления графиков *а* и *б* (фиг. 31).

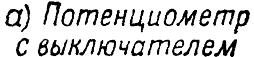
Обратимся к полной принципиальной схеме радиограммофона (фиг. 34, плакат 8). Проследите по ней еще раз цепь питания нитей накала ламп,— начиная от верхнего штырька штепсельной вилки ~ *120 в*, через предохранитель *Пр*, гасящее сопротивление R_1, нить накала кенотрона $Л_3$, нить накала лампы второго каскада усилителя $Л_2$, нить накала лампы первого каскада $Л_1$, по проводу *Общ*, изображенному жирной линией, и через выключатель *Вк* к нижнему штырьку штепсельной вилки ~ 120 *в*. Установленный в радиограммофоне предохранитель *Пр* рассчитан на меньшую силу тока, чем квартирные пробки. Поэтому он не только защищает от короткого замыкания электрическую проводку, но и более чутко оберегает детали радиограммофона от последствий короткого замыкания, чем делают это квартирные пробки. Теперь проследите цепь питания электрического граммофонного двигателя *Д*. Она также начинается и кончается у штырьков штепсельной вилки и проходит через предохранитель *Пр* и выклю-

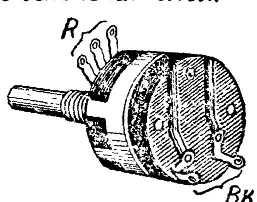
РАДИОГРАММОФОН

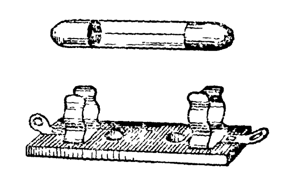
34. Принципиальная схема радиограммофона

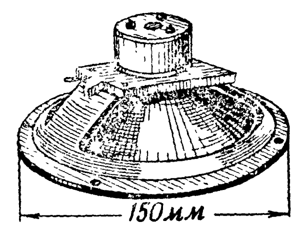
6Г7
$Л_1$
5000 мкмкф
C_3
R_2
0,5 мгом
R_3
10 мгом
R_4
0,25 мгом
C_4-10000 мкмкф
30П1-М
$Л_2$
R_5
0,5 мгом
R_6
100 ом
C_5
15000 мкмкф
I
II
ТВ
Гр
1ГДМ 1,5
Ад
Д
R_1-200 ом
Накал
+А
Общ
Пр
1а
~
120 в
Вк
30Ц1-М
$Л_3$
Др
C_1
25 мкф
C_2
25 мкф

35. Детали радиограммофона

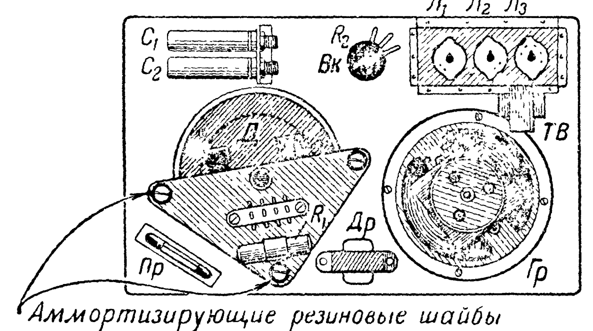




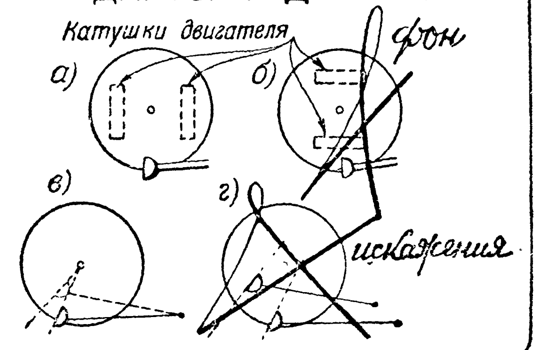




36. Размещение деталей на вкладной панели (вид снизу)



37. Как расположить адаптер и двигатель?



Плакат 8.

чатель *Вк*. От предохранителя же ответвляется провод к аноду кенотрона $Л_3$. К его катоду подключен сглаживающий фильтр, состоящий из конденсаторов C_1, C_2 и дросселя *Др*. После фильтра выпрямленный ток направляется к аноду лампы $Л_1$ (через сопротивление R_4) и к электродам лампы $Л_2$ — на экранную сетку непосредственно, а на анод через первичную обмотку выходного трансформатора *ТВ*. От катодов ламп цепь анодного тока по проводу *Общ* подходит через выключатель *Вк* к нижнему штырьку штепсельной вилки ~ 120 *в*. При этом в цепи катода лампы $Л_2$ анодный ток проходит через сопротивление R_6, благодаря чему на этом сопротивлении получается некоторое напряжение.

Задача 5. Пользуясь законом Ома, подсчитайте, какое напряжение падает на сопротивлении R_6, если анодный ток лампы $Л_2$ составляет 73 *ма*, а ток ее экранной сетки 7 *ма*?

Это напряжение оказывается приложено плюсом к катоду, минусом — к управляющей сетке лампы $Л_2$ (через сопротивление R_5). Оно является сеточным смещением оконечной лампы усилителя $Л_2$. Такое смещение, получаемое за счет анодного тока самой лампы, называется автоматическим смещением. Разобравшись, каким образом напряжения и токи, необходимые для питания ламп, поступают к их электродам, проследите низкочастотные цепи усилителя, — цепи, по которым проходят усиливаемые лампами токи звуковых частот. Входом усилителя являются концы переменного сопротивления R_2. Такое переменное сопротивление, включаемое в схему тремя выводами, называется потенциометром. Потенциометр устраивается так же, как реостат, только у его подковки делаются два вывода — от обоих концов ее. К концам подковки потенциометра R_2 прикладывается напряжение низкой частоты, развиваемое адаптером *Ад*. С нижней части подковки, ограниченной ползунком, снимается определенная доля этого напряжения для подачи к управляющей сетке первой лампы усилителя. Вращением ручки потенциометра, т. е. изменением положения ползунка на его подковке, можно изменять величину нижней (по схеме) части подковки и этим самым увеличивать или уменьшать долю напряжения, попадающего от адаптера к лампе. Таким образом, потенциометр R_2 позволяет регулировать величину усиливаемого напряжения низкой частоты и является регулятором громкости. От потенциометра R_2 напряжение низкой частоты передается на управляющую сетку лампы $Л_1$ через конденсатор C_3. Сопротивление R_3 является утечкой сетки лампы $Л_1$. В качестве лампы первого каскада $Л_1$ работает триодная часть комбинированной лампы типа 6Г7. В баллоне этой

лампы, кроме триода, заключены еще два диода, которые в данной схеме остаются неиспользованными. Анодной нагрузкой триода является сопротивление R_4. С него напряжение низкой частоты поступает на управляющую сетку лампы $Л_2$ через разделительный конденсатор C_4. В качестве второй, оконечной лампы усилителя $Л_2$ работает лучевой тетрод. Благодаря использованию специальной конструкции электродов в такой лампе электроны, летящие к аноду, собираются в ряд лучей. Не углубляясь в физику работы лучевых ламп, примем к сведению, что они обладают лучшими характеристиками, чем пентоды, и являются мощными усилительными лампами. Несмотря на отсутствие противодинатронной сетки, динатронный эффект в лучевых тетродах предотвращен. Для этой цели, в частности, служат две пластины, расположенные вблизи анода и соединенные внутри лампы с катодом. Эти пластины являются обязательными деталями устройства лучевой лампы, и по их наличию в схематическом изображении тетрода можно судить о принадлежности его к группе лучевых ламп (сравните условные обозначения тетродов на фиг. 34 и 23,*б*). Утечкой сетки лампы $Л_2$ является сопротивление R_5. В анодную цепь включена первичная обмотка выходного трансформатора *ТВ*. К его вторичной обмотке присоединена звуковая катушка динамика *Гр*. Попробуем разобраться, почему динамики включаются через выходной трансформатор?

Как указывалось еще в «Первых шагах», динамики требуют для своей работы значительно большей силы ток, чем, например, громкоговоритель типа «Рекорд». Амплитуда колебаний тока в анодной цепи оконечной лампы усилителя недостаточна для работы динамика. В этом нетрудно убедиться, если в действующем усилителе изъять выходной трансформатор и включить звуковую катушку динамика непосредственно в анодную цепь лампы $Л_2$ (вместо первичной обмотки трансформатора *ТВ*). При этом динамик работает совсем тихо. Повышение силы тока можно осуществить с помощью трансформатора. Трансформатор не изменяет количества энергии: какая мощность тока подведена к его первичной обмотке, такую же мощность отдает он в цепь, приключенную ко вторичной обмотке. Но мощность равна произведению силы тока на напряжение. Отсюда следует, что, например, увеличив напряжение вдвое, мощность удастся сохранить прежней лишь уменьшив вдвое же силу тока. Это и делает всякий повышающий напряжение трансформатор. Наоборот, понижение напряжения сопровождается таким же повышением силы тока. Выходной трансформатор нашего усилителя имеет коэф-

фициент трансформации 23 : 1, т. е. напряжение на концах его вторичной обмотки в 23 раза меньше напряжения, подводимого к первичной обмотке. Во столько же раз сила тока во вторичной цепи больше силы тока в первичной обмотке. Таким коэффициентом трансформации должен обладать выходной трансформатор к динамику марки 1ГДМ-1,5 (сопротивление звуковой катушки его — 3,25 *ом*) при оконечной лампе типа 30П1М. При применении динамики с иным сопротивлением звуковой катушки, а также при использовании другой оконечной лампы понадобится выходной трансформатор с другими данными. Правильным расчетом выходного трансформатора добиваются не только наиболее громкой работы динамика, но и минимума искажений. Очень часто незначительное отступление от его расчетных данных приводит к резкому ухудшению работы усилителя. В радиограммофоне можно применить фабричный выходной трансформатор от приемника «Рекорд». Его первичная обмотка имеет три вывода: белый, черный и красный. Для включения в схему используются белый и черный выводы; красный остается незадействованным. При самостоятельном изготовлении выходного трансформатора придерживайтесь следующих данных: сталь марки Ш-16, пакет толщиной 16 *мм*; первичная обмотка — 2 070 витков ПЭ диаметром 0,12 *мм*, вторичная — 90 витков ПЭ диаметром 0,7 *мм*.

Касаясь выбора прочих деталей, укажем на целесообразность применения в качестве регулятора громкости R_2 потенциометра, объединенного с выключателем (фиг. 35,*а*). Его выключатель используют для включения питания (в качестве выключателя *Вк*). Сопротивление R_1 — проволочное на 300 *ма* (мощность 20—30 *вт*). Сопротивления R_3, R_4, R_5 — обычные малогабаритные на мощность 0,1—0,25 *вт*. Сопротивление R_6 — мощностью 1—2 *вт*, желательно проволочное. Конденсаторы C_1, C_2 — электролитические с рабочим напряжением не ниже 175 *в*; C_3, C_4, C_5 — бумажные или слюдяные. В качестве дросселя фильтра выпрямителя (*Др*) можно применять любой дроссель со стальным сердечником, имеющий 3—5 тыс. витков провода диаметром 0,15—0,2 *мм*. Такие дроссели продаются в магазинах под названием силовых, а также могут быть легко изготовлены самостоятельно. Данные для самостоятельного изготовления силового дросселя приведены на фиг. 33 (плакат 7). Как показано на фиг. 33,*в*, при сборке сердечника должен образоваться зазор. Перед стягиванием сердечника в этот зазор вкладывается полоска тонкой бумаги так, чтобы прикладные пластины не замыкались с Ш-образными. Это делается во всех дросселях и трансформаторах, по

обмоткам которых проходит значительный постоянный ток. Такой зазор с прокладкой нужно устроить и в сердечнике выходного трансформатора *ТВ*.

В качестве предохранителя *Пр* следует применять специальные малогабаритные предохранители, предназначенные для радиоаппаратуры. Такой предохранитель представляет собой стеклянную трубочку с металлическими наконечниками (фиг. 35,*б*). Внутри трубки находится легкоплавкая тонкая проволочка. Предохранитель вставляется в держатель, допускающий легкую замену его. Теперь осталось выбрать адаптер *Ад* и патефонный электродвигатель *Д*. Адаптеры встречаются, в основном, двух типов: электромагнитные, принцип работы которых нам уже известен, и пьезоэлектрические. Пьезоэлектрический адаптер устроен иначе. В нем имеется кристалл особого вещества (чаще всего — сегнетовой соли), который обладает свойством создавать э. д. с. при сжимании или изгибании его. При проигрывании граммпластинки колебания иглы адаптера передаются этому пьезоэлектрическому кристаллу, который создает переменную э. д. с., соответствующую звуковым колебаниям. С помощью двух металлических пластинок (обкладок), между которыми заключен кристалл, эта э. д. с. снимается с его граней. Какой адаптер лучше, — электромагнитный или пьезоэлектрический, ответить трудно: у каждого из них есть свои недостатки и преимущества. Как правило, пьезоадаптер развивает бо́льшую э. д. с., чем электромагнитный, и дает более естественное воспроизведение звуков. Однако, его кристалл является довольно хрупкой деталью и при неаккуратном обращении легко ломается. Электромагнитный адаптер обладает большей механической прочностью, но часто имеет худшие электрические характеристики. В описываемом радиограммофоне, пожалуй, лучше применять пьезоэлектрический адаптер, так как с ним получается более громкое воспроизведение. При наличии патефона больший смысл имеет применение электромагнитных адаптерных головок завода «Радист» или Киевского радиозавода, которые приспособлены для одевания на тонарм вместо мембраны.

Граммофонные двигатели выпускаются тоже двух типов: синхронные и асинхронные. Основное различие между ними заключается в том, что скорость вращения синхронного двигателя зависит только от частоты тока в электросети, а у асинхронного — от напряжения ее и может быть регулируема. Так как напряжение в сети далеко не всегда поддерживается с такою же точностью, как частота, то в принципе синхронный двигатель лучше асинхронного. Однако, поступающие в продажу синхронные двигатели обладают двумя крупными

недостатками. Во-первых, они не имеют самопуска и начинают вращаться лишь после того, как им вручную сообщить нормальную скорость вращения. Во-вторых, синхронные двигатели выпускаются без достаточного запаса мощности, поэтому при значительном понижении питающего напряжения они «не тянут», останавливаются под действием веса адаптера. Асинхронный же двигатель первым недостатком не обладает совсем, вторым в значительно меньшей степени. Выбирая двигатель, приходится учитывать и то обстоятельство, что асинхронный вдвое дороже синхронного. Поэтому вопрос, какой двигатель лучше, должен решить сам любитель.

Собирается радиограммофон в ящике из-под патефона или в чемоданчике соответствующего размера. Такая конструкция удобна для переноски. Все детали монтируются на вкладной деревянной панели толщиной 7—12 *мм*. Большие отверстия (для двигателя, ламп и окна динамика) выдалбливают долотом. Можно применить для этой цели и дрель со сверлом. Вдоль контура вырезаемой части панели просверливают одно за одним замкнутый ряд мелких отверстий (3—5 *мм* сверлом). Затем прочным ножом прорезают промежутки между этими отверстиями. Окончательная обработка производится напильником. В соответствии с формой отверстия применяются различные напильники: для больших круглых отверстий — полукруглые, для малых круглых — круглые, для граненых отверстий и ровных плоскостей — плоские, для внутренних углов — трехгранные и ромбические. Поверхности с большими неровностями обрабатывают напильниками с крупной насечкой — рашпилями или драчевыми. Затем пользуются шлифовочными и личными напильниками, имеющими более мелкую насечку. Наиболее точная обработка, до блеска, производится напильниками с так называемой бархатной насечкой. Для обработки мелких отверстий служат маленькие напильники — надфили. Напильники применяют для обработки многих твердых материалов: металла, дерева, пластмассы и даже стекла.

Размещение крупных деталей с нижней стороны вкладной панели изображает фиг. 36. Ламповые панельки укрепляются на специальной субпанели, поэтому лампы утоплены во вкладную панель. Субпанель лучше всего изготовить в виде открытой сверху коробочки из алюминия толщиной 1—1,5 *мм*. На дне ее укрепляются ламповые панельки. Электролитические конденсаторы закрепляют с помощью угольника или скобки. Граммофонный двигатель привинчивается большими болтами (диаметром 5—7 *мм*). Не допускается жесткое крепление двигателя к панели, при котором вибрация двигателя передается деревянной панели и всему ящику, создавая неприят-

ный гул. Двигатель должен быть амортизирован с помощью губчатой резины, кусочки которой одеваются на крепежные болты по обе стороны основания двигателя.

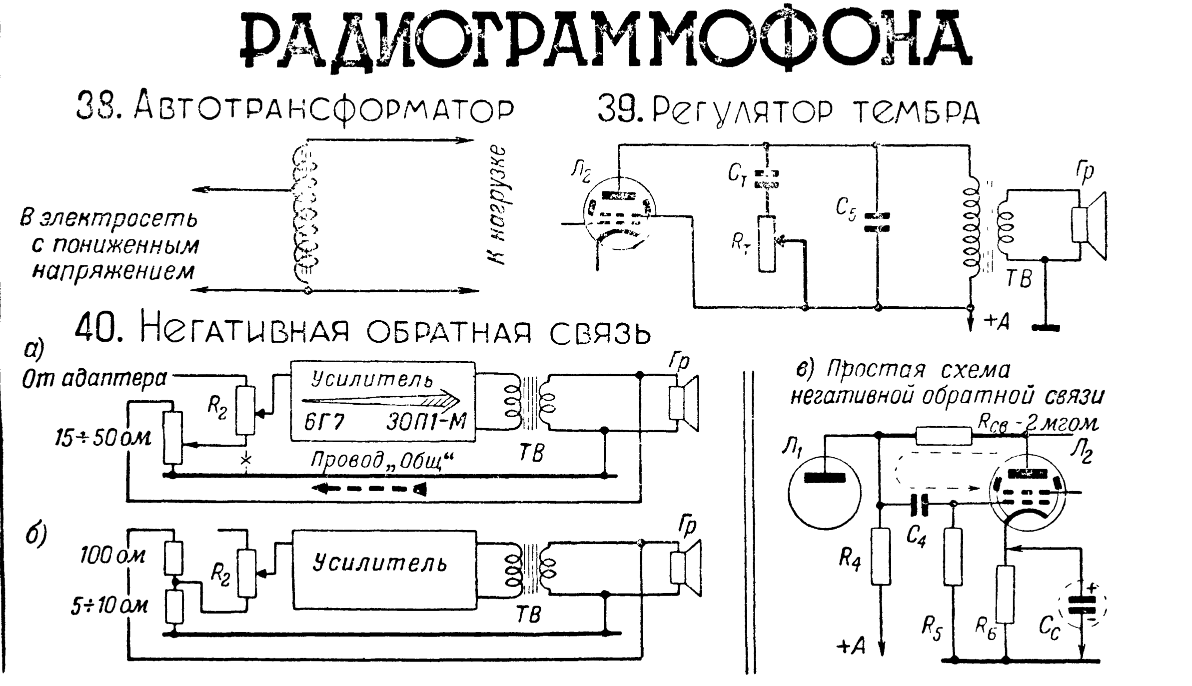
К размещению деталей и соединительных проводов надо относиться очень внимательно. Вокруг всех деталей и проводов с переменными токами возникают переменные магнитные и электрические поля. Эти поля, в свою очередь, во всех близрасположенных деталях и проводах индуктируют («наводят») переменные э. д. с. В результате образуются не предусмотренные принципиальной схемой паразитные связи между различными цепями, которые могут нарушить нормальную работу аппарата. Непродуманное размещение деталей в конструкциях, питающихся от сети переменного тока, очень часто бывает причиной возникновения фона переменного тока. Наиболее уязвимой для наведения фона является цепь управляющей сетки первой лампы $Л_1$ — адаптер, регулятор громкости. Провода этой цепи должны быть по возможности короткими и удалены от сетевых проводов, проводов цепи накала, от катушек двигателя, от силового дросселя. Для монтажа входных цепей усилителя лучше всего применять так называемый экранированный провод, заключенный в металлическую оплетку. Металлическая оплетка его должна быть соединена с проводом *Общ* Тогда проводник, находящийся внутри нее, не будет испытывать электрических влияний со стороны других, рядом расположенных цепей подобно тому, как в тетроде или пентоде управляющая сетка защищается экранной от влияния электрических зарядов анода. Если вы используете электромагнитный адаптер и синхронный двигатель, их надо располагать так, чтобы катушка адаптера была максимально удалена от катушек двигателя (фиг. 37,*а*). Помимо этого, надо соблюдать общее правило установки адаптера, заключающееся в том, что передняя стенка адаптера при перемещении его по граммпластинке должна все время находиться на радиусе пластинки (на прямой линии, выходящей из центра диска — фиг. 37,*в*). Выполняя монтаж усилителя, не следует забывать о том, что

сближение проводов выхода и входа усилителя приводит к паразитной генерации

из-за возникновения обратной связи через емкость между этими проводами. Сопротивление R_1 надо укреплять с помощью скобки из жести на некотором расстоянии от деревянных частей, так как в нем выделяется много тепла и легко воспламеняющиеся материалы могут загореться.

Усилитель, собранный по схеме фиг. 34, из указанных деталей не требует налаживания. Единственной неприятностью

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАДИОГРАММОФОНА



41. Приставка для радиоприема к усилителю н.ч.

а) Принципиальная схема

A
C_1–70 мкмкф
L_1
$П_1$
C
L_2
2
1

б) Конденсаторы переменной емкости

Воздушный
Сдвоенный блок
С твердым диэлектриком

в) Контурная катушка

20
L_1
5
20
60
L_2
7

г) Схема соединения приставки с усилителем радиограммофона

$Л_1$-6Г7
$C_д$-200 мкмкф
2
Приставка
1
$П_2$
C_3
R_2
R_3
Ад

д) Схема соединения приставки с батарейным усилителем

$Л_1$-2К2М
C_g-200мкмкф
A
2
C
1
R_g-1мгом
(-Общ)

Плакат 9.

может быть прослушивание фона переменного тока. Кроме указанных мер предупреждения фона, его можно устранить путем увеличения емкости конденсатора C_2 (в том случае, если причиной фона является недостаточное сглаживание пульсации анодного напряжения фильтром выпрямителя). Для этого надо или заменить конденсатор C_2 другим, обладающим большей емкостью, или параллельно имеющемуся присоединить второй электролитик емкостью 10—20 *мкф*. При параллельном соединении конденсаторов, равноценном увеличению площади их обкладок, общая емкость увеличивается: она становится равной сумме емкостей соединенных параллельно конденсаторов.

Тихая работа усилителя чаще всего вызывается низким напряжением в сети или низким анодным напряжением после выпрямителя. Первую причину легко обнаружить по тому, что двигатель «плохо тянет», останавливается при опускании адаптера на пластинку. С этим неприятным явлением есть только одно средство борьбы: включение установки в сеть через автотрансформатор. Автотрансформатор представляет собой разновидность трансформатора, у которого в качестве обеих обмоток используется различное число витков одной и той же обмотки (фиг. 38, плакат 9). Если напряжение в электросети понизится, в сеть включают часть витков обмотки автотрансформатора, а от большего числа витков получают нормальное напряжение, которое и подают к нагрузке. Автотрансформатор, как и всякий трансформатор, можно включать только в сеть переменного тока. Он является очень полезным в обиходе радиолюбителя прибором. Применением автотрансформатора, допускающего понижение напряжения с 220 *в* до 120 *в*, осуществляется питание описанного радиограммофона от сети напряжением 220 *в*.

Простой самодельный автотрансформатор описан в статье Райкина «Автотрансформатор» в журнале «Радио», № 4 за 1947 г.

Низкое анодное напряжение после выпрямителя легко обнаружить с помощью неоновой лампочки. Для этого миниатюрную неоновую лампочку, какая применялась для освещения елки, соединяют последовательно с сопротивлением в 100—200 тыс. *ом* и приключают к выводам конденсатора C_2. Лампочка не загорится в том случае, если анодное напряжение будет ниже 70 *в*. Причиной такого низкого анодного напряжения (при нормальном напряжении сети) может быть малая емкость конденсатора C_1 или большое сопротивление обмотки дросселя *Др*. Последнее бывает тогда, когда дроссель намотан слишком тонким про-

водом (0,1—0,12 *мм*). При этом обычно он сильно нагревается.

Причинами тихой работы радиограммофона, а также искаженного звука, могут быть неисправности адаптера, ламп или динамика, несоответствие выходного трансформатора или отклонение от нормы величин сопротивлений R_3, R_6. Кстати, если сопротивления на 10 *мгом* (R_3) достать не удастся, его можно составить из нескольких сопротивлений, соединенных последовательно, с таким расчетом, чтобы их сумма была равна 10 *мгом* (например, два сопротивления по 5 *мгом*).

С исправно работающим радиограммофоном можно произвести ряд экспериментов. Включая вместо конденсатора C_5 другие конденсаторы, емкостью до 50 тыс. *мкмкф*, можно добиться наиболее приятной для уха окраски звука (тембра), уменьшить «шум иглы», который особенно неприятен при воспроизведении. «заигранных» пластинок. Однако, удобнее иметь возможность изменять тембр при воспроизведении различных пластинок. Для этого конденсатор C_5 оставляется прежней емкости (15 000 *мкмкф*), а параллельно ему присоединяется цепь, изображенная на фиг 39 жирными линиями. Здесь C_T — бумажный конденсатор емкостью 0,2 *мкф*, R_T — реостат на 20 000 *ом*. Роль конденсатора C_T заключается в том, чтобы предоставлять путь токам более высоких частот, помимо первичной обмотки выходного трансформатора, а значит и помимо динамика («срезать» высокие тона). Изменяя величину сопротивления, включенного последовательно с этим конденсатором (реостатом R_T), можно изменять степень влияния конденсатора C_T на работу динамика и этим плавно регулировать тембр звука, заглушая в большей или меньшей степени высокие тона.

Затем, проделайте такой опыт. В соответствии со схемой фиг. 40,*а* возьмите потенциометр на 15—50 *ом*, присоедините концы его подковки параллельно звуковой катушке динамика, а к ползунку подведите нижний (по схеме) конец подковки потенциометра R_2, отключив его предварительно от провода *Общ*. Включите радиограммофон и, поставив пластинку, наблюдайте за изменениями звучания при вращении ручки добавленного в схему потенциометра (при этом ручка потенциометра R_2 — регулятора громкости — должна находиться в среднем положении). После этого поменяйте между собой провода, припаянные к концам подковки нового потенциометра, и повторите описанные испытания. В одном случае новый регулятор позволит увеличивать громкость и вызывать паразитную генерацию, причем качество звука ухудшается. В другом случае за счет снижения громкости удастся полу-

чить более чистое звучание. Соединив вход усилителя с его выходом, мы ввели в него обратную связь. Потенциометр позволил регулировать степень этой обратной связи. От полярности обратной связи, т. е. от того, какими полюсами напряжение с выхода прикладывалось ко входу, зависел эффект, даваемый обратной связью. В одном случае, когда полярность напряжения обратной связи совпадала с полярностью входного напряжения, эти напряжения складывались друг с другом, как бы увеличивая усиление. При достаточном увеличении степени такой обратной связи возникала паразитная генерация — самовозбуждение усилителя. Это так называемая положительная обратная связь. В другом случае, когда полярность напряжения обратной связи не совпадала с полярностью входного напряжения, эти напряжения вычитались одно из другого, как бы уменьшая усиление. Такая обратная связь называется отрицательной (негативной). Небольшая отрицательная обратная связь способствует резкому уменьшению искажений, вносимых усилителем, при незначительном уменьшении усиления. Отрицательную обратную связь очень часто вводят в усилители низкой частоты для улучшения качества их работы. Для практических целей отрицательную связь можно осуществить без потенциометра — на постоянных сопротивлениях. Схема такой обратной связи с постоянным делителем напряжения представлена на фиг. 40,*б*. На фиг. 40,*в* изображена схема другого способа отрицательной обратной связи, охватывающей только оконечный каскад усилителя (лампу $Л_2$). Здесь обратная связь осуществляется сопротивлением $R_{св}$, подающим пониженное напряжение низкой частоты с анода лампы $Л_2$ на ее управляющую сетку (через конденсатор C_4). Вникнув в принцип работы этой схемы, нетрудно понять, что лампа перевертывает полярность усиливаемого ею напряжения. В противном случае схема 40,*в* создала бы положительную обратную связь. В справедливости же этого рассуждения убеждает практическое испытание схемы 40,*в*.

Увеличить громкость можно путем присоединения конденсатора большой емкости (40—100 *мкф*), параллельно сопротивлению смещения лампы $Л_2$ (R_6). Дело в том, что по сопротивлению автоматического смещения проходит анодный ток лампы, а вместе с ним и усиленные лампой сигналы. Из-за этого на сопротивлении выделяется напряжение усиленных сигналов, которое оказывается введенным в цепь управляющей сетки лампы и тоже создает эффект отрицательной обратной связи. Однако, величина сопротивления смещения выбирается из расчета получения нормального постоянного

напряжения сеточного смещения. При этом обеспечить одновременно хорошую отрицательную обратную связь не удается, так как для этого сопротивление связи должно иметь другую величину, чем сопротивление смещения. Поэтому предпочитают отрицательную обратную связь создавать другими способами, описанными выше, а сопротивление смещения разгружать от токов усиливаемых сигналов. Конденсатор C_c (фиг. 40,*в*), включенный параллельно сопротивлению смещения, и делает это, предоставляя низкочастотным токам прямой путь, помимо сопротивления R_6. В качестве конденсатора C_c применяют низковольтный электролитик с рабочим напряжением 12—15 *в*. При включении этого конденсатора устраняется нежелательная отрицательная обратная связь через сопротивление R_6, и усиление возрастает.

Последнее усовершенствование, которое можно сделать как в радиограммофоне, так и в описанном выше батарейном усилителе н. ч. (по схеме фиг. 24), это — постройка приставки для приема местных радиостанций. У лампы типа 6Г7, работающей в первом каскаде усилителя, остались неиспользованными два диода. Один из них можно применить для детектирования. Таким образом, приставка должна содержать только колебательный контур. Схема такой приставки очень проста (см. фиг. 41,*а*). Колебательный контур состоит из секционированной катушки L_1L_2 с переключателем $П_1$ и конденсатора переменной емкости C. Внешний вид воздушного переменного конденсатора изображен на фиг. 41,*б*. Он состоит из двух групп металлических пластин: неподвижной (статор) и подвижной (ротор). Обе группы разделены между собой воздушными промежутками. Роторные пластины, вращаясь на оси, могут большей или меньшей частью своей площади входить в промежутки между статорными пластинами. При этом изменяется емкость конденсатора. Бывают переменные конденсаторы и с твердым диэлектриком из специальных пластмасс, напоминающих тонкий целлулоид. Максимальная емкость переменного конденсатора для нашей приставки должна доходить до 450—500 *мкмкф*. Можно приобрести сдвоенный блок переменных конденсаторов, который в дальнейшем пригодится для постройки лампового приемника. В качестве переменного конденсатора C в приставке надо использовать одну из секций такого блока. Контурная катушка — самодельная. Изготовляется она на картонной гильзе от охотничьего патрона (фиг. 41,*в*). Секция L_1 состоит из 70 витков ПЭШО-0,15, секция L_2 — из 270 витков того же провода (ПЭШО — провод с эмалевой изоляцией и одним слоем изоляции из шелковых ниток). Обе секции наматываются виток к витку в несколько

слоев, в одинаковом направлении и соединяются между собой последовательно (конец L_1 с началом L_2). Точка их соединения подводится к переключателю диапазона волн $П_1$. При приеме средних волн — длиной от 200 до 550 *м* — переключатель $П_1$, замыкает накоротко секцию L_2, и в контур оказываются введены только витки секции L_1. При приеме длинных волн — от 700 до 2 000 *м* — переключатель $П_1$ размыкается, и в контур оказываются введенными обе секции катушки. В качестве переключателя диапазонов $П_1$ можно применить малогабаритный выключатель (тумблер) или любой самодельный выключатель. Конденсатор C_1 служит для связи антенны с колебательным контуром. На панели приставки устанавливаются три зажима: для присоединения антенны (*А*) и для соединения приставки с усилителем (*1, 2*). В схему усилителя надо внести небольшие изменения. Как видно из фиг. 41,*г*, в него добавляется один конденсатор постоянной емкости $C_д$, через который зажим *2* приставки соединяется с анодом одного из диодов лампы 6Г7. На конденсаторе $C_д$ выделяется выпрямленное диодом напряжение н. ч. Для подачи этого напряжения на вход усилителя надо верхний конец потенциометра R_2 отключить от адаптера и присоединить к аноду диода — детектора. Для быстрого перехода от проигрывания граммпластинок к радиоприему и наоборот стоит установить в радиограммофоне переключатель $П_2$ (по схеме 41,*г*). При работе приставки с усилителем радиограммофона заземление подключать нельзя, потому что схема универсального питания имеет непосредственный контакт с электрической сетью, один из проводов которой всегда заземляется на электростанции. Заземление же электросети во второй точке может привести к короткому замыканию.

Недопустимость применения заземления является общим правилом для любой радиоаппаратуры с универсальным питанием.

При работе с батарейным усилителем н. ч. заземление присоединяется к зажиму *1* приставки (фиг. 41,*г*). В батарейном усилителе тоже удается заставить первую лампу усилителя одновременно выполнять обязанности детектора. Мы уже использовали промежуток сетка—катод лампы 2Ж2М вместо диода для детектирования (фиг. 17). Таким же образом его можно использовать и в том случае, когда лампа работает усилителем н. ч. Подобная схема представлена на фиг. 41, *д*. Высокочастотные колебания принятой радиостанции поступают через конденсатор C_g к управляющей сетке лампы $Л_1$. В те моменты, когда на сетку дейст-

вует плюс, электроны, вылетающие из катода лампы, притягиваются к сетке. Иначе говоря, промежуток сетка—катод начинает проводить ток. Этот ток заряжает конденсатор C_g. Направление сеточного тока указано на фиг. 41, *д* пунктирной стрелкой (оно обратно направлению движения электронов); там же указана полярность заряда конденсатора. В те моменты, когда высокочастотное напряжение от колебательного контура прикладывается к управляющей сетке минусом, сеточный ток прекращается. Тогда конденсатор C_g, разряжаясь через контурную катушку на сопротивление R_g, создает в нем падение напряжения. Напряжение на сопротивлении R_g образуется только в эти, отрицательные полупериоды, ибо во время действия положительных полупериодов сопротивление оказывается закороченным промежутком сетка—катод лампы. Поэтому напряжение на сопротивлении R_g имеет постоянную полярность. Величина же его зависит от амплитуды высокочастотных сигналов. Если высокочастотные колебания модулированы по амплитуде (принимается радиотелефонная передача), то напряжение на сопротивлении R_g изменяется с низкой частотой, соответствующей передаваемым звукам. Таким образом промежуток сетка—катод детектирует модулированные высокочастотные колебания. Но сопротивление R_g, включенное между управляющей сеткой и катодом лампы $Л_1$, является в то же время входом усилителя н. ч. Поэтому, кроме детектирования, лампа $Л_1$ продолжает работать и усилителем напряжения, выделенного в сопротивлении R_g, т. е. усилителем н. ч. Описанная схема детектирования носит название сеточного детектирования. Сеточный детектор чувствительнее диодного, потому что фактически он представляет собой диодный детектор плюс каскад усиления н. ч. Обратите внимание на необходимую переделку входных цепей усилителя (сравните схемы фиг. 24 и 41,*б*). Конденсатор C_g и сопротивление R_g, заставляющие лампу работать сеточным детектором, часто называют „гридликом“.

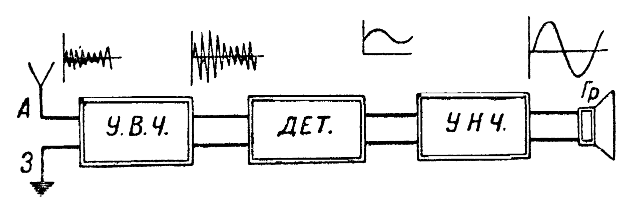
Для радиоприема на усилитель н. ч. вместо описанной приставки можно применить колебательный контур детекторного приемника. В детекторном приемнике, собранном по схемам фиг. 11—14, выводами колебательного контура являются зажимы антенны и заземления. Для присоединения их ко входу усилителя зажим антенны надо соединить с конденсатором гридлика C_g, зажим заземления—с проводом—*Общ.* усилителя, не отключая от этих зажимов антенну

и заземление. Результат получится примерно такой же, как при работе детекторного приемника с усилителем, однако необходимость в поисках чувствительной точки кристаллического детектора отпадет.

В заключение остается еще раз отметить, что сеточные провода должны быть по возможности короткими. Конденсаторы $C_д$ (в схеме 41, *г*) и C_g (в схеме 41, *д*) надо припаивать в непосредственной близости к соответствующему выводу лампы $Л_1$. Не должны быть длинными и соединительные провода между приставкой и усилителем. Сплетать эти провода в шнур не следует, так как при этом параллельно переменному конденсатору *C* приставки добавится их емкость, и пределы настройки контура (диапазон принимаемых волн) нарушатся.

ЛАМПОВЫЕ ПРИЕМНИКИ

Теперь мы располагаем сведениями, достаточными для того, чтобы понять принцип работы простого лампового радиоприемника и приступить к сознательной постройке его. Такой приемник, содержащий 3 лампы и предназначенный для приема радиостанций, работающих на длинных (2 000—720 *м*) и средних (560—200 *м*) волнах, описывается в этой главе в двух вариантах: с питанием от батарей и с питанием от сети переменного тока.



Фиг. 42. Блок-схема приемника прямого усиления.

На фиг. 42 изображена блок-схема приемника. Первый блок представляет собой усилитель высокой частоты. Усилитель в. ч. применяется для того, чтобы увеличить амплитуду принятых сигналов, поступающих к детектору. Дело в том, что детектор любого типа, даже наиболее чувствительный — сеточный, не воспринимает и не детектирует слишком слабых сигналов. Для того, чтобы принимать удаленные радиостанции, слабые высокочастотные сигналы необходимо усиливать еще до их детектирования. Кроме того, применение усилителя высокой частоты позволяет улучшить избирательность прием-

ника,— свойство отстраиваться от мешающих радиостанций, работающих на близкой волне к принимаемой, «избранной» радиостанции.

Вторым блоком приемника является знакомый нам детекторный каскад. За детектором следует усилитель низкой частоты, который позволяет получить громкоговорящий прием.

В усилителях высокой и низкой частоты может быть применено по нескольку ламп. Чем больше каскадов усиления в. ч., тем чувствительнее приемник, тем большее число станций он принимает. Чем больше каскадов в усилителе н. ч., тем громче слышны принимаемые станции. Таким образом, приемники, построенные по описанной блок-схеме, могут резко отличаться и по устройству, и по качеству работы. Однако, во всех них принятые сигналы подвергаются тем же самым трем операциям: 1) усилению по высокой частоте, 2) детектированию и 3) усилению по низкой частоте.

Такие приемники называются п р и е м н и к а м и п р я м о г о у с и л е н и я. Количество каскадов в приемниках прямого усиления обычно выражают сокращенной формулой, состоящей из двух цифр и между ними буквы, например, 1-V-2. Первая цифра обозначает число каскадов в усилителе В. Ч., буква V — наличие лампового детектора (кристаллический детектор или цвитентор обозначается буквой Д), вторая цифра обозначает количество каскадов усиления низкой частоты. Так например, «1-V-2» обозначает: приемник прямого усиления с одним каскадом усиления В. Ч., ламповым детектором и двумя каскадами усиления низкой частоты. Если усилитель В. Ч. или Н. Ч. отсутствует, вместо соответствующей цифры ставится нуль. Например: 0-Д-1 обозначает: приемник с кристаллическим детектором, без усилителя в. ч., с одним каскадом усиления н. ч.

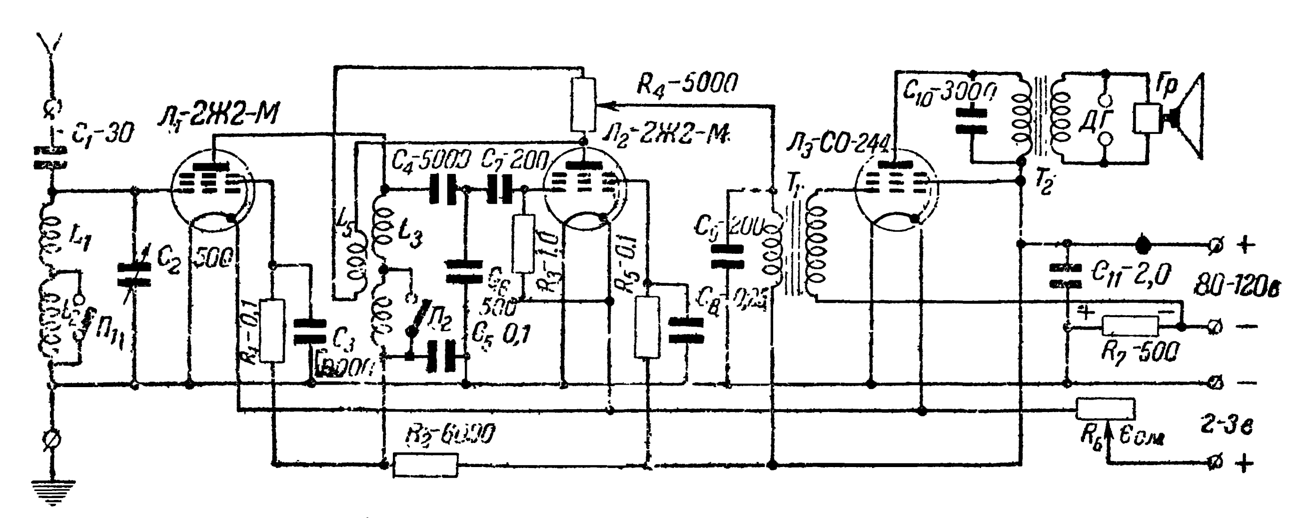
Кроме приемников прямого усиления, существуют так называемые с у п е р г е т е р о д и н н ы е п р и е м н и к и или супергетеродины (в обиходе их часто называют просто «суперами»). В супергетеродинах принимаемые сигналы детектируются дважды и усиливаются трижды. Принцип работы супергетеродина и отдельных его каскадов довольно сложен и с ним мы познакомимся позже. В результате почти двадцатилетнего соперничества с приемниками прямого усиления супергетеродины вышли из этой борьбы за существование победителями. Промышленность уже окончательно отказалась от выпуска приемников прямого усиления. Однако, самостоятельное изготовление и особенно налаживание супергетеродина средней сложности («2-го класса») требует от радиолюбителя несравненно большего опыта, чем постройка прием-

ника прямого усиления. Поэтому прежде следует изготовить приемник прямого усиления.

Батарейный 1-V-1. Принципиальная схема батарейного варианта приемника представлена на фиг. 43. Из антенны высокочастотные колебания поступают через конденсатор C_1 в первый колебательный контур приемника. Этот контур состоит из катушек L_1L_2 с переключателем $П_1$ и конденсатора переменной емкости C_2. Контур, в зависимости от настройки, выделенной налы той или иной радиостанции. Напряжение в. ч. от колебательного контура подается на управляющую сетку лампы $Л_1$ (типа 2Ж2М). Эта лампа работает усилителем в. ч. В ее анодную цепь включен второй колебательный ток лампы $Л_2$ будет проходить через лампу и обмотку I и конденсатора переменной емкости C_6. Переменные конденсаторы обоих контуров (C_2 и C_6) находятся на одной оси. Поэтому оба контура настраиваются на частоту принимаемой станции одновременно. Второй контур, благодаря резонансу, способствует усилению принимаемых сигналов и еще раз отфильтровывает их от сигналов других радиостанций (повышает избирательность приемника). Переменный конденсатор C_6 присоединен к контурным катушкам L_3L_4 через конденсаторы C_4C_5. Конденсаторы C_4C_5 имеют большую емкость и существенного влияния на работу контура не оказывают. Эти конденсаторы поставлены для того, чтобы на пластины переменного конденсатора не попало высокое анодное напряжение, под плюсом которого находятся катушки L_3L_4.

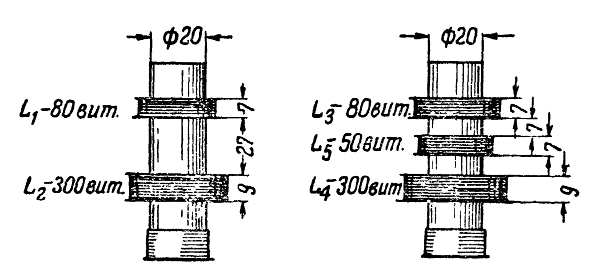
От второго колебательного контура высокочастотные колебания подаются через конденсатор гридлика C_7 к управляющей сетке лампы $Л_2$ (тоже типа 2Ж2М), работающей сеточным детектором.

Надо сказать, что ни один из известных детекторов не обеспечивает полного выпрямления высокочастотных колебаний. Кроме тока н ч., после детектора всегда частично остается ток в. ч. Высокочастотные колебания нужны нам только для «переноса» с помощью радиоволн низкочастотных токов, передающих звуки. Поэтому после того, как они сделают свое дело,— после детектирования, от них стараются избавиться. Для этой цели, например, в детекторном приемнике ставят блокировочный конденсатор C_5 (см. фиг. 16 на плакате № 3), который предоставляет путь токам в. ч. помимо телефонов. Однако, при детектировании с помощью электронной лампы можно заставить эти остатки высокочастотных колебаний принести большую пользу. Взгляните на схему анодной цепи детекторной лампы (фиг. 43). Если движок потенциометра R_4 передвинуть к нижнему концу подковки, то анод-



Фиг. 43. Принципиальная схема батарейного 1-V-1.

ный ток лампы $Л_2$ будет проходить через лампу и обмотку *1* трансформатора T_1 помимо потенциометра. Если же движок потенциометра передвинуть кверху, анодный ток будет проходить и через подковку потенциометра R_4. К концам подковки присоединена катушка L_5. Значит часть анодного тока будет в этом случае проходить и через эту катушку. На принципиальной схеме катушка L_5 изображена рядом с катушками L_3, L_4, потому что она располагается на одном каркасе с ними (см. фиг. 44, справа) и имеет общее с ними магнитное поле. Это своеобразный трансформатор; токи в. ч., входящие в состав анодного тока детектора $Л_2$, проходя по катушке L_5, ин-



Фиг. 44. Контурные катушки приемника 1-V-1.

дуктируют в контурных катушках L_3, L_4 высокочастотную э. д. с. Образуется обратная связь. В детекторном каскаде используют положительную обратную связь, при которой э. д. с. колебаний, возвращенных из анодной цепи в сеточную, складывается с э. д. с. принимаемых сигналов. Благодаря такой обратной связи, напряжение сигналов, поступающих к детектору, увеличивается. Это равноценно повышению чувствительности детектора. Приемник с таким детектором принимает значительно более слабые сигналы, «вылавливает» далекие станции. Детектор с положительной обратной связью называется регенеративным, а приемник с регенеративным детектором — регенератором. Регенеративный детектор повышает не только чувствительность приемника, но и избирательность. Правильное использование обратной связи дает лучший эффект, чем добавление каскада усиления в. ч. Для правильного же, наивыгоднейшего использования обратной связи надо иметь возможность регулировать ее степень. Регулятором обратной связи является потенциометр R_4.

После цепи обратной связи стоит блокировочный конденсатор C_9, предоставляющий прямой путь токам в. ч. в землю. Токи н. ч. после детектора проходят по первичной обмотке трансформатора T_1. Этот трансформатор обычно называют

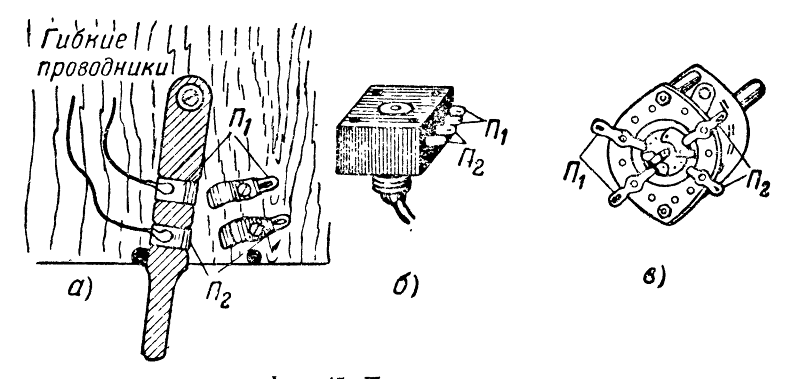
междуламповым, потому что он передает низкочастотные колебания из анодной цепи одной лампы $Л_2$ в сеточную цепь другой лампы $Л_3$. В предыдущих конструкциях (см. схемы усилителей н. ч. фиг. 24 и 34) мы пользовались для этой цели сопротивлениями и конденсаторами. И надо сказать, те схемы, как правило, вносят меньше искажений в усиливаемые сигналы, занимают меньше места и стоят дешевле. Зато схема с трансформатором дает большее усиление.

Лампа $Л_3$ (типа СО-244) работает усилителем н. ч. В ее анодную цепь включен выходной трансформатор $Т_2$, ко вторичной обмотке которого присоединяется громкоговоритель *Гр*. Гнезда *ДГ* служат для включения дополнительных громкоговорителей или телефонов.

Разберемся еще в назначении сопротивления R_7. Это сопротивление включено в провод, по которому поступает к нитям ламп минус анодного напряжения. Таким образом, через сопротивление R_7 проходят анодные токи всех ламп, и на нем падает некоторая часть анодного напряжения. Как видно из схемы, это напряжение вводится в цепь управляющей сетки лампы $Л_3$. Оно прикладывается плюсом к нити, минусом к управляющей сетке (через обмотку *II* трансформатора $Т_1$). Это еще один способ получения сеточного смещения — за счет общего анодного тока всех ламп. При такой схеме включения сопротивление смещения не блокируют конденсатором, как мы советовали сделать это в схеме фиг. 40,*в*. В описываемом приемнике имеется конденсатор C_{11}, замыкающий путь всем усиливаемыми лампами приемника переменным током. Поэтому ни в анодную батарею, ни в сопротивление R_7, переменные токи не заходят и необходимость в блокировке сопротивления отпадает.

Величины сопротивлений и конденсаторов указаны на схеме. Конденсаторы переменной емкости C_2 и C_6 представляют собой сдвоенный блок (фиг. 41,*б*). Катушки L_1—L_5 самодельные. Наматываются они проводом ПЭШО-0,15 на картонных гильзах охотничьего патрона. Количество витков, размеры и расположение катушек указаны на фиг. 44. Переключатели $П_1$ и $П_2$ объединены. В качестве этих переключателей можно применять самодельный ножевой переключатель (фиг. 45,*а*), четырехконтактный малогабаритный выключатель (фиг. 45,*б*) или галетный переключатель (фиг. 45,*в*). Потенциометр R_4 желательно поставить проволочный. R_6 — реостат накала. Междуламповый трансформатор $Т_1$ с коэффициентом трансформации 1 : 2 или 1 : 3. Его можно намотать самому по следующим данным: сталь Ш-15 или Ш-19 сечением 3 *см*² (сечением стали называют произведение ширины среднего

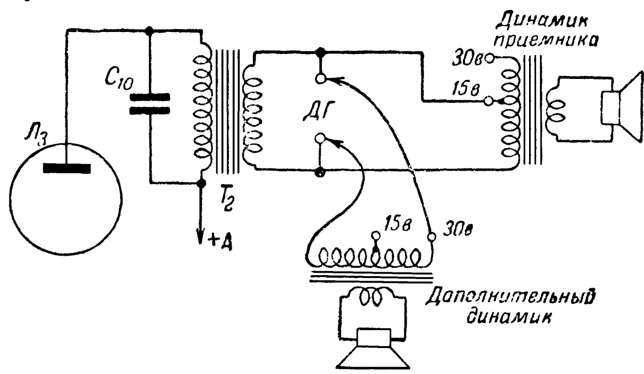
язычка, на котором располагаются обмотки, на толщину пакета), первичная обмотка *I* — 2 700 витков ПЭ-0,1; вторичная *II* — 8 000 витков ПЭ-0,1. Через каждые 600—800 витков намотки прокладывается 1 слой папиросной бумаги. Вторичная обмотка отделяется от первичной двумя слоями кембрикового полотна или толстой бумаги. Выходной трансформатор T_2 самодельный. Сталь Ш-15 или Ш-19, сечение 3 $см^2$. Первичная обмотка состоит из 4 000 витков ПЭ-0,1, вторичная — из



Фиг. 45. Переключатели:
а — ножевой; *б* — малогабаритный; *в* — галетный.

1 000 витков ПЭ-0,2. Ко вторичной обмотке такого трансформатора можно присоединять абонентский громкоговоритель любого типа (репродуктор «Рекорд», динамик «Малютка», ДАГ-1 и др.). Указанные динамики выпускаются в футлярах вместе с собственными выходными трансформаторами и регуляторами громкости. Можно вынуть динамик из своего футляра и укрепить в одном ящике с приемником. Можно приемник смонтировать без динамика, установив лишь в нем гнезда выхода, в которые будет включаться отдельно расположенный в своем футляре динамик. И в том, и в другом случае надо оставить выходной трансформатор динамика, через который и следует присоединять динамик ко вторичной обмотке трансформатора T_2 приемника. Первичные обмотки трансформаторов, которыми снабжаются абонентские динамики, имеют отводы на 15 *в* и 30 *в*. Динамик приемника включается пятнадцативольтовыми выводами (фиг. 46). Если применяются дополнительные динамики, то для того, чтобы они не слишком сильно уменьшали громкость основного динамика, их включают тридцатьвольтовыми выводами. Для увеличения выходной мощности приемника,

особенно при работе с дополнительными динамиками, можно заменить лампу СО-244 ($Л_2$) лампой СБ-258. Такая замена, не требующая никаких переделок в монтаже, увеличивает выходную мощность приемника более чем в два раза. Правда, лампа СБ-258 расходует больший ток и на накал, и по анодной цепи, так что с нею батареи служат на 30— 40% меньше, чем с лампой СО-244. В качестве ламп $Л_1$ и $Л_2$ с одинаковым успехом могут работать пентоды 2Ж2М и 2К2М.



Фиг. 46. Схема включения динамических громкоговорителей.

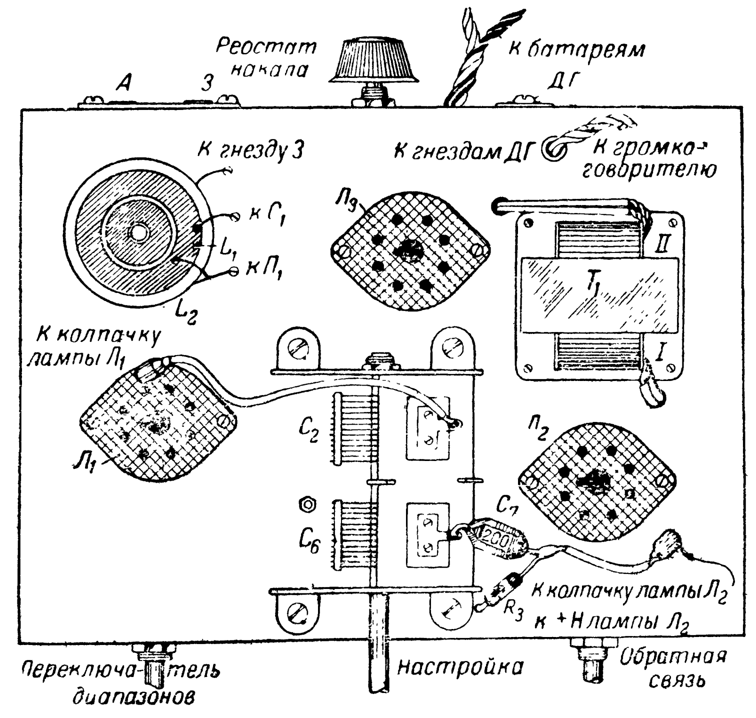
При монтаже приемника окажут помощь монтажные схемы (фиг. 47, 48).

Наилучшим комплектом источников питания приемника являются два блока БНС-МВД-500, соединенные последовательно (батарея накала), и одна батарея БС-70 (для питания анодных цепей). Расход тока в цепи накала составляет около 0,3 *а*, а в анодной цепи 5 ÷ 6 *ма*. Таким образом, срок службы указанного комплекта доходит до 1 000 час. (1 год при двух-, трехчасовой работе приемника каждый день). Налаживание этого приемника сходно с налаживанием сетевого варианта и описано ниже, одновременно для обоих вариантов схемы.

Сетевой 1-V-1. Принципиальная схема сетевого варианта приемника изображена на фиг. 49. В основных чертах она похожа на описанную выше схему батарейного варианта. Поэтому мы остановимся лишь на тех частях ее, которыми она отличается от схемы фиг. 43. Прежде всего, в сетевом варианте применены другие лампы: усилителем в. ч. $Л_1$ работает пентод-варимю типа 6К7[1], детектором $Л_2$ — пентод

[1] В качестве лампы $Л_1$ можно применить и другой пентод-варимю типа 6К9-М.

6Ж7, усилителем н. ч. $Л_3$ — лучевой тетрод типа 6Л6С[2]. В выпрямителе стоит четвертая лампа $Л_4$ — двуханодный кенотрон типа 5Ц4С. Все эти лампы имеют подогревные катоды. В цепь катода лампы-варимю 6К7 включено сопротивление R_{10} и нижнее плечо потенциометра R_9. На этих сопро-



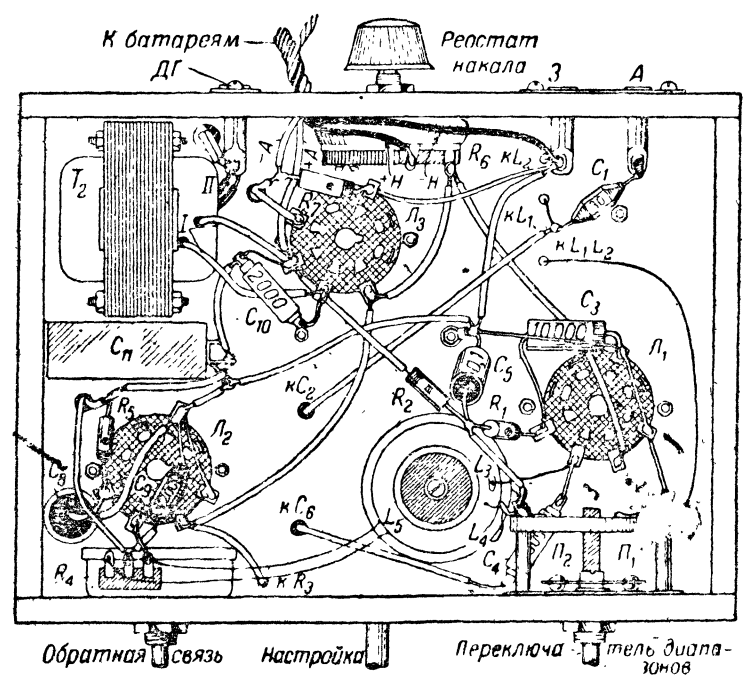
Фиг. 47. Монтаж батарейного 1-V-1 (вид сверху).

тивлениях за счет анодного тока лапмы $Л_1$ создается напряжение смещения для управляющей сетки. На фиг. 49 эта цепь изображена жирной линией. При перемещении движка потенциометра R_9 вверх увеличивается сопротивление нижнего плеча подковки. Вместе с этим увеличивается и напряжение сеточного смещения. Уже упоминалось, что у ламп-варимю усиление зависит от величины напряжения сеточного смещения. Чем больше минус на управляющей сетке, тем меньше усиление. Поэтому потенциометр R_9 регулирует степень усиления принимаемых колебаний,— громкость приема. Одновременно используется и верхнее плечо потенцио-

---

[2] Вместо лампы 6Л6-С можно ставить лампу 6П3.

метра R_9. Оно включено между антенной и землей и представляет обходный путь антенным токам помимо первого колебательного контура. Перемещение ползунка потенциометра R_9 вверх уменьшает сопротивление этого пути, причем большая часть антенного тока направляется в землю помимо колебательного контура, и громкость приема еще больше уменьшается.

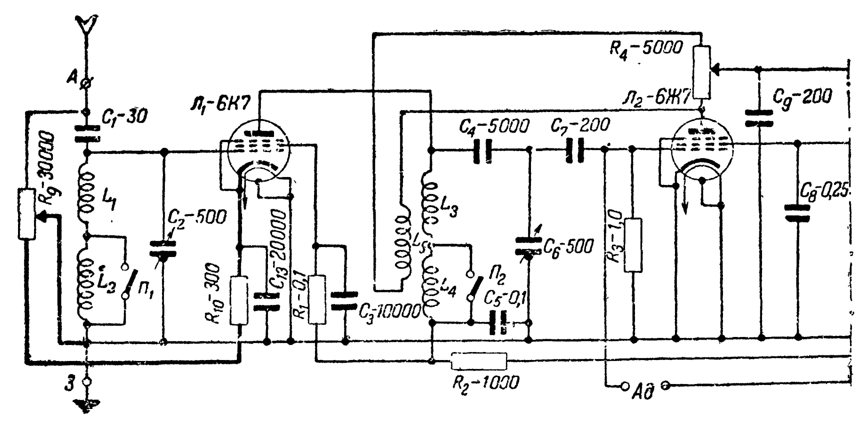


Фиг. 48. Монтаж батарейного 1-V-1 (вид снизу).

В цепь управляющей сетки лампы $Л_2$ введены гнезда *Ад* для включения адаптера. При радиоприеме лампа $Л_2$ работает сеточным детектором и постоянного сеточного смещения ей не нужно. При работе же от адаптера эта лампа используется в качестве первого каскада усиления н. ч. и на ее управляющую сетку необходимо подать небольшое отрицательное напряжение. Это происходит автоматически при включении адаптера в гнезда *Ад*. Правое гнездо адаптера соединено через сопротивление R_{14} с сопротивлением R_7, включенным в цепь провода, по которому подается минус анодного напряжения на катоды всех ламп приемника. На сопротивлении R_7 образуется небольшое напряжение, которое и

вводится в цепь управляющей сетки лампы $Л_2$ при включении адаптера (электромагнитного типа) в гнезда *Ад* [1].

Заслуживает внимания другая цепь, изображенная на схеме жирной линией,— C_{14} и R_{11}. Сопротивление R_{11} включено в провод, по которому подается плюс анодного напряжения к лампе $Л_2$. Конденсатор C_{14} присоединен к концу первичной обмотки междулампового трансформатора T_1 и к земле (катоду $Л_2$). Подобное сочетание сопротивления с конденсато-



Фиг. 49. Принципиальная

ром часто встречается в ламповых схемах и называется **развязывающим фильтром** или просто «развязкой». Хотя развязки являются второстепенными цепями схемы, они имеют большое значение и выполняют одновременно несколько действий. Во-первых, сопротивление развязки R_{11}, включенное в цепь анодного тока лампы, понижает анодное напряжение. Довольно часто наиболее выгодный режим работы одной из ламп схемы получается при более низком анодном напряжении, чем у других ламп. При питании от общего источника тока в таких случаях вводят в анодную цепь этой лампы дополнительное сопротивление (фиг. 50,*а*). Для того, чтобы это сопротивление только понижало напряжение и не работало в качестве анодной нагрузки, его надо заблокировать конденсатором, который пропустит токи усиливаемых частот помимо понижающего сопротивления. Если блокировочный конденсатор приключить параллельно понижаю-

---

[1] Пьезоэлектрический адаптер не создает этой цепи, потому что кристалл его обладает свойствами изолятора. При использовании пьезоэлектрического адаптера параллельно ему надо включить постоянное сопротивление в 0,5 *мгом.*

щему сопротивлению (фиг. 50,*б*), то усиливаемые лампой токи пройдут помимо сопротивления, но попадут затем в источник анодного тока, а оттуда и в анодные цепи других каскадов. Это может стать причиной обратной связи между каскадами, причиной самовозбуждения схемы. Предотвратить паразитную связь между каскадами через общий источник анодного напряжения, развязать этот источник от усиливаемых лампой переменных токов — вторая задача, выполняемая развязкой.

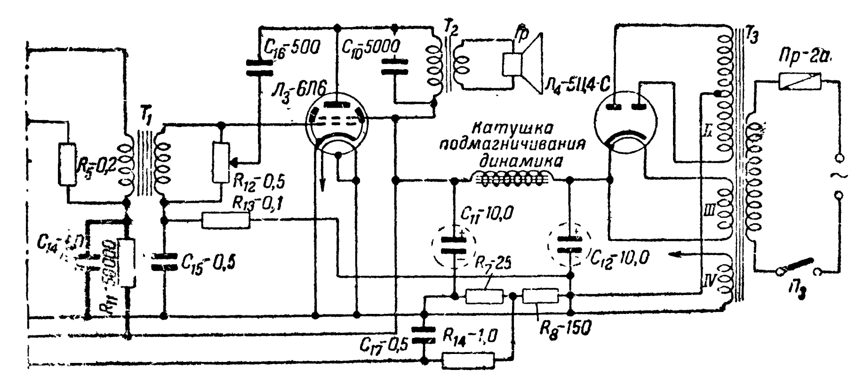
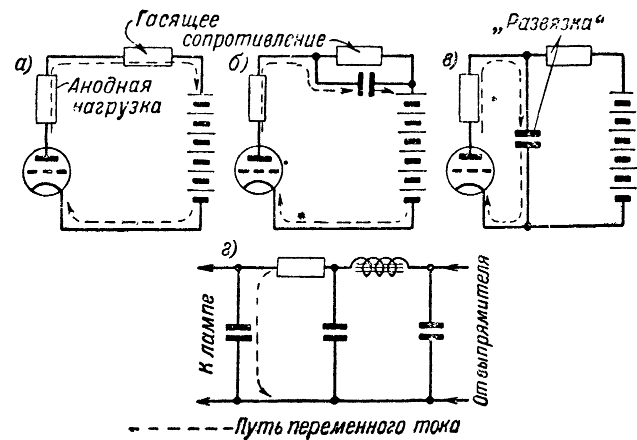


схема сетевого 1-V-1.

Для этого достаточно заблокировать конденсатором и сопротивление и источник анодного тока (фиг. 50,*в*). Еще одно назначение развязки заключается в дополнительном сглаживании пульсации анодного напряжения, получаемого от выпрямителя. В самом деле, из фиг. 50,*г* видно, что развязка представляет собой как бы еще одну ячейку сглаживающего фильтра выпрямителя, в которой вместо дросселя применено сопротивление. Хотя сопротивление на этом месте работает хуже дросселя, все-таки при достаточно больших величинах сопротивления и емкости конденсатора получается значительное сглаживание остатков пульсации. Для того, чтобы развязка успешно справлялась со всеми этими задачами в каскадах усиления н. ч., произведение величины сопротивления (в *ом*) на емкость конденсатора (в *мкф*) должно быть не менее 40—60 тыс. У развязки $R_{11}C_{14}$ в описываемом приемнике это произведение составляет 50 000 *ом* $\times$ 2 *мкф* = 100 000. Развязками являются и ячейка R_2C_5 в анодной цепи усилителя н. ч., и ячейка $R_{14}C_{17}$ в цепи подачи сеточного смещения на лампу $Л_2$ при работе от адаптера, и ячейка $R_{13}C_{15}$ в цепи подачи сеточного смещения на оконечную лампу усилителя н. ч.

Потенциометр R_{12} служит для регулировки тембра. Здесь используется отрицательная обратная связь через конденсатор C_{16}. Так как емкость конденсатора C_{16} невелика, он обеспечивает обратную связь лишь для самых высоких тонов, в связи с чем ослабляется их усиление. Степень обратной связи наибольшая, когда ползунок потенциометра R_{12} передвинут к верхнему (по схеме) концу подковки. При этом происходит наибольшее заглушение высоких звуков. Когда ползу-

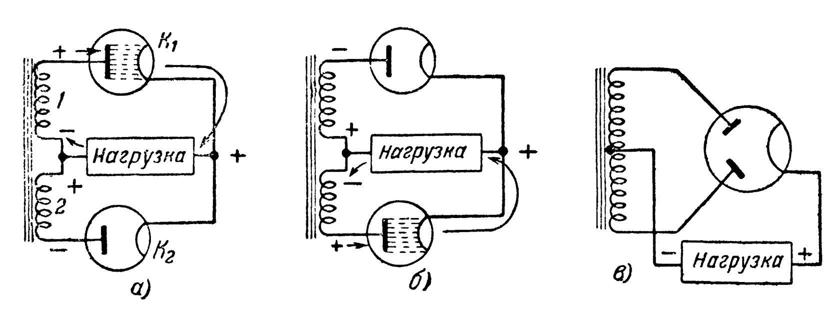


Фиг. 50. Работа развязывающего фильтра.

нок потенциометра R_{12} придвинут к нижнему концу подковки, обратная связь отсутствует, ибо токи с анода лампы $Л_3$ поступают через конденсаторы C_{16} и C_{15} на катод, не заходя в цепь управляющей сетки.

Все лампы приемника требуют для накала нитей одинакового напряжения — 6,3 *в*. Поэтому их нити соединены параллельно и питаются от одной обмотки силового трансформатора T_3. С целью упрощения принципиальной схемы цепь накала обычно не изображают. Нити накала заканчивают на схеме стрелками: Такие же стрелки изображают у концов той обмотки силового трансформатора, к которой должны быть присоединены нити. Силовой трансформатор T_3 имеет несколько вторичных обмоток, дающих различные напряжения. Обмотка накала ламп приемника *IV* является понижающей. Другая понижающая обмотка *III* служит для накала нити кенотрона $Л_4$. Эта обмотка дает 5 *в*,— напряжение, на которое рассчитана нить накала кенотрона 5Ц4С. Обмотка *II* является повышающей. Она имеет вывод от середины, и каждое плечо ее (половина обмотки) развивает напряжение по-

рядка 300—350 *в*. Повышающая обмотка служит для питания выпрямителя анодного напряжения. Примененная схема выпрямления тока называется двухполупериодной, потому что в ней выпрямление тока происходит в течение обеих половин каждого периода переменного тока. Для уяснения принципа работы такого выпрямителя обратимся к фиг. 51. На фиг. 51,*а* изображена схема двух однополупериодных выпрямителей, питающихся от самостоятельных обмоток *1* и *2* силового трансформатора и работающих на общую нагрузку. Обмотки включены таким образом, что в те моменты, когда на анод кенотрона K_1 действует плюс, то на



Фиг. 51. Двухполупериодное выпрямление переменного тока.

анод кенотрона K_2 действует минус. Через кенотрон K_1 проходит ток, поступающий в нагрузку, а кенотрон K_2 заперт, и его наличие не оказывает в этот момент никакого влияния на работу выпрямителя. Как только сменится полярность напряжения на обмотках (фиг. 51,*б*), на анод кенотрона K_1 будет действовать минус, и при отсутствии второго выпрямителя ток в нагрузке прекратился бы. Однако, при этом на анод кенотрона K_2 поступает плюс, и начинает работать второй выпрямитель. Сравнивая фиг. 51,*а* и *б*, можно заметить, что направление тока в нагрузке не изменилось. Короче говоря, такая схема выпрямления поддерживает постоянный ток в нагрузке в течение обеих половин каждого периода переменного тока. С целью упрощения конструкции двухполупериодного выпрямителя на силовом трансформаторе мотают не две отдельные обмотки, а одну с выводом средней точки (фиг. 51,*в*), что нисколько не изменяет принципа работы выпрямителя. Точно так же два одноанодных кенотрона K_1K_2 заменяются одним двуханодным. Фиг. 51,*в* представляет схему выпрямителя, примененного в нашем сетевом 1-V-1.

Величины сопротивлений и конденсаторов этого приемника обозначены на схеме фиг. 49. Здесь мы встречаемся с рядом

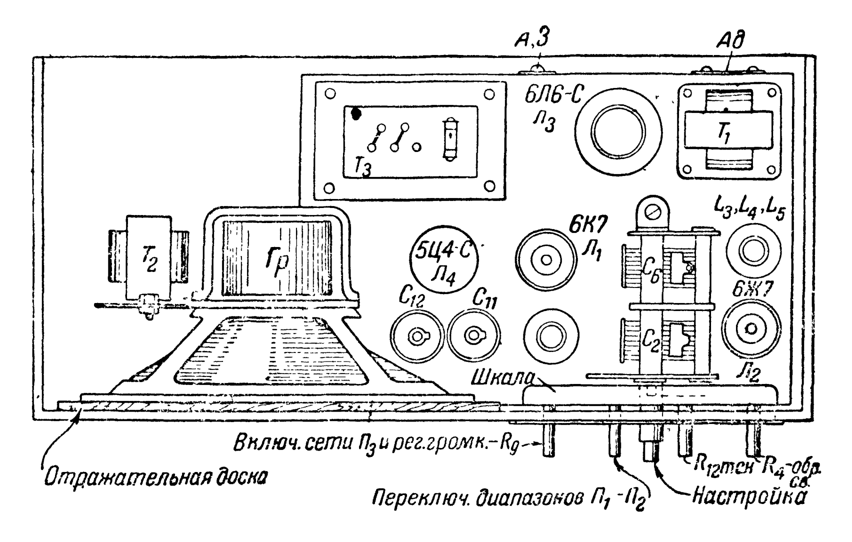
деталей, уже описанных в батарейном варианте приемника (C_1—C_9, R_1—R_5, L_1—L_5, $П_1$—$П_2$, T_1). Сопротивления R_7, R_8 — проволочные на силу тока 80—100 *ма*. Потенциометр R_9 или R_{12} желательно применить с выключателем, который употребляется в качестве выключателя приемника $П_3$. Сопротивления R_{10}, R_{11}, R_{13}, R_{14} — обычные малогабаритные на 0,25 *вт*. Бумажные конденсаторы C_3, C_5, C_8, C_{14} на рабочее напряжение не ниже 400 *в*. Электролитические конденсаторы C_{11} и C_{12} на рабочее напряжение 450 *в*. В качестве громкоговорителя *Гр* используется динамик с подмагничиванием марки 2ГДП3. У этого динамика вместо постоянного магнита применен электромагнит. Питание для электромагнита (подмагничивания) динамика подается путем включения его обмотки вместо дросселя сглаживающего фильтра. При этом отпадает необходимость в отдельном фильтровом дросселе. В качестве выходного трансформатора T_2 можно применить выпускаемый многими промкомбинатами «выходной трансформатор для лампы 6Л6 и динамика с сопротивлением звуковой катушки 3 *ом*». При самодельном изготовлении выходного трансформатора пользуйтесь следующими данными: сталь Ш-19, пакет 20 *мм*; первичная обмотка—2 500 витков ПЭ-0,2, вторичная — 90 витков ПЭ-1,0. Силовой трансформатор T_3 лучше всего взять фабричный, потому что изготовление его довольно сложно начинающему радиолюбителю. Вполне пригоден имеющийся в продаже силовой трансформатор типа СТ-70, а также силовые трансформаторы от приемников Пионер 6Н-1, Салют, ВЭФ М-557, Рига Т-755, Урал 47.

Размещение основных деталей и возможная конструкция ящика сетевого варианта приемника представлены на фиг. 52, 53.

Налаживание приемника 1-V-1. При точном соблюдении указанных на схемах величин сопротивлений и конденсаторов налаживание приемника сводится только к достижению необходимых пределов регулировки обратной связи. Однако, недоброкачественность отдельных деталей и неудачный монтаж могут вызвать ряд нарушений нормальной работы приемника, лишь устранив которые можно браться за налаживание обратной связи. Поэтому при первом же включении приемника надо тщательно проверить его работу, не затрагивая обратной связи (катушку обратной связи на это время лучше совсем отключить, отпаяв один из ее концов от потенциометра R_4).

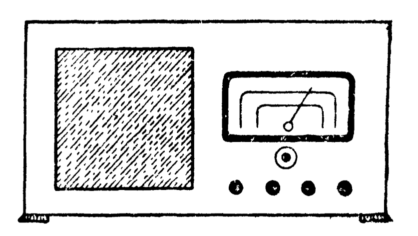
При включении питания громкоговоритель должен молчать или издавать еле слышный шум. Свист, вой или треск, напоминающий шум моторной лодки, свидетельствует о наличии паразитной генерации. Для устранения паразитной генерации

надо прежде всего установить, какие каскады охвачены ею. Если при вынимании лампы $Л_1$ генерация остается, искать причину ее следует в паразитной обратной связи анодной цепи



Фиг. 52. Расположение основных деталей сетевого 1-V-1.

лампы $Л_3$ с сеточной цепью лампы $Л_2$. Связь может образоваться через источник анодного питания из-за недостаточной емкости конденсатора C_{11}. В этом случае паразитную генерацию удается устранять не только увеличением емкости конденсатора C_{11}, но и взаимным переключением концов одной из обмоток междулампового трансформатора T_1. Причиной паразитной генерации каскадов $Л_2$ и $Л_3$ может явиться и близкое расположение анодного провода лампы $Л_3$ и проводов сеточной цепи лампы $Л_2$. Такое грубое нарушение правил монтажа должно быть немедленно устранено путем разнесения проводов и деталей этих двух цепей. Самовозбуждение по высокой частоте обнаруживается при включенной катушке обратной связи L_5. Проявляется оно в виде сильного свиста, тон которого изменяется при перестройке переменных конденсаторов C_2 и C_6, при переключении диапазонов (переключателем



Фиг. 53. Внешний вид сетевого 1-V-1 в ящике.

$П_1$ и $П_2$) и при регулировке степени обратной связи (потенциометром R_4). Причинами ее могут быть: 1) слишком сильная обратная связь в детекторном каскаде, 2) паразитная связь между анодной и сеточной цепью усилителя в. ч. $Л_1$, 3) паразитная обратная связь между анодной цепью лампы $Л_3$ и цепью антенны. Все три причины могут вытекать из чрезмерного удлинения и взаимного сближения соответствующих цепей. Поэтому прежде всего следует просмотреть монтаж указанных цепей и привести его к наиболее рациональному виду. Высокочастотная паразитная генерация из-за связи между каскадами через источник питания устраняется подключением параллельно конденсатору C_{11} другого, слюдяного или бумажного («безиндукционного») конденсатора емкостью от 10 000 *мкмкф* до 0,1 *мкф* (подбирается опытным путем), а также заменой конденсатора C_6 и иногда—увеличением емкости конденсатора C_{10}.

Определить наличие слишком сильной обратной связи в детекторном каскаде можно по тому, что при увеличении степени ее (потенциометром R_4) возникает резкий щелчок, и после появления характерного шипения при дальнейшем вращении потенциометра R_4 возникает сильный свист. Такая генерация обычно наблюдается на одном только диапазоне или даже на участке диапазона. Если сильная обратная связь получается на обоих диапазонах, надо отмотать часть витков катушки обратной связи L_5. Если обратная связь на одном диапазоне получается сильней, чем на другом, надо сдвинуть катушку обратной связи L_5 на каркасе в сторону контурной катушки того диапазона, на котором получается слабая обратная связь. Степень и плавкость регулировки обратной связи в большой мере зависят от режима работы детекторной лампы. Для достижения наилучшей обратной связи можно широко экспериментировать с подбором величин следующих деталей: C_7, C_9, R_3, R_5, R_{11}. Хорошо налаженная обратная связь должна обеспечивать плавный (без резкого щелчка) подход к генерации на любой волне каждого диапазона.

Неисправностью сетевого варианта приемника может явиться заметное прослушивание фона переменного тока электросети. Фон может наводиться на цепь управляющей сетки лампы $Л_2$ магнитным полем силового трансформатора или электрическим влиянием проводов, подключенных к его обмоткам. Поэтому провода управляющей сетки лампы $Л_2$ должны быть короткими (в том числе провод, идущий от нее к гнездам адаптера). Если при замыкании гнезд адаптера фон остается, причина его кроется в недостаточном сглаживании пульсации выпрямленного тока фильтром выпрямителя. Тогда

надо пытаться устранить фон увеличением емкости конденсаторов C_{11} C_{12}. Причиной возникновения фона может быть и неудачное расположение трансформаторов T_1 и T_3, при котором магнитное поле силового трансформатора T_3 воздействует на оботки междулампового трансформатора T_1. При этом фон не пропадет, если вынуть из приемника лампу $Л_2$.

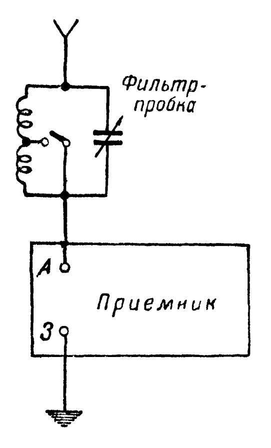
Фон переменного тока, появляющийся только при приеме радиостанций, может быть передан по радио самой радиостанцией. Его, конечно; невозможно устранить при приеме. Но иногда такое впечатление вызывает несовершенная конструкция силового трансформатора. Возникающий при этом так называемый «модулирующий фон» устраняется присоединением параллельно каждому из плеч повышающей обмотки силового трансформатора конденсаторов емкостью 5 000—10 000 *мкмкф*. Рабочее напряжение этих конденсаторов должно быть не ниже 700 *в*.

Фон переменного тока, появляющийся при включении адаптера, устраняется путем экранирования шнура адаптера металлической оплеткой. Экран (броню) надо заземлять. Между прочим, для целей экранирования от влияния внешних полей используется металлический баллон у многих радиоламп сетевой серии и слой металлизации, нанесенный на стеклянные баллоны ламп батарейной серии. Эти экраны выводятся на первый штырек цоколя лампы (см. приложение). В монтаже первое гнездо ламповой панельки соединяют с проводом земли.

Обращение с регенеративным приемником требует некоторых навыков, получаемых опытным путем. При настройке на местную станцию устанавливают минимальную обратную связь, затем настраиваются на желаемую станцию и, пользуясь ручками регулятора громкости, обратной связи и регулятора тембра, добиваются наиболее приятного звучания. При настройке на удаленные станции устанавливается наибольшая громкость (регулятором громкости и регулятором тембра), выбирается диапазон волн и затем, поддерживая обратную связь на пороге генерации, вращают ручку настройки. Когда станция найдена, обратную связь по возможности уменьшают и устанавливают желаемую громкость и тембр.

Фильтр-пробка. Приемники прямого усиления обычно обладают не особенно высокой избирательностью и порою случается так, что одновременно слышны две станции. При этом редко удается отстроиться от мешающей станции, в особенности если одна слышна много громче другой. В подобных случаях может оказать помощь применение фильтр-пробки. Фильтр-пробка представляет собой обычный колебательный

контур, который включают в цепь антенны (фиг. 59) с целью отстройки от мешающих сигналов. Как и любой колебательный контур, фильтр-пробка благодаря резонансу выделяет в себе колебания, частота которых совпадает с ее собственной частотой. Колебаниям этой частоты пробка преграждает доступ в приемник. Для токов прочих частот пробка не оказывает существенного препятствия, и они свободно поступают на вход приемника. Настраивая пробку на частоту мешающей станции, можно заметно ослабить слышимость этой станции и получить более чистый прием других радиостанций.



Фиг. 59. Схема включения фильтр-пробки

В качестве фильтр-пробки можно использовать любой колебательный контур, который настраивается на частоту мешающей станции. Пригодна, например, описанная выше «приставка для приема местных станций» (фиг. 41,*а*, плакат 9). Зажим *1* надо соединить с гнездом антенны приемника, а антенну присоединить к зажиму *2* приставки. Настроив приемник на желаемую станцию, вращают ручку настройки приставки, добиваясь наибольшего заглушения мешающей станции.

Надо сказать, фильтр-пробка несколько снижает слышимость и других станций, поэтому при приеме, особенно тихих станций, имеет смысл выключать пробку или замыкать ее накоротко.

Коротковолновый конвертер. Описанные приемники принимают радиостанции, работающие на средних и длинных волнах. Хотя и делаются по аналогичным схемам коротковолновые приемники прямого усиления, но устойчивого громкоговорящего приема на коротких волнах они не обеспечивают. Современные приемники с коротковолновым диапазоном собираются по супергетеродинной схеме. Постройка и налаживание обычного супергетеродинного приемника требует значительного опыта и некоторой измерительной аппаратуры. Это выходит за пределы простейших радиолюбительских конструкций. Однако, с помощью довольно простой приставки можно обычный приемник прямого усиления превратить в коротковолновый супер. Принцип работы такой приставки, называемой к о н в е р т е р о м (*конвертер* — по-русски «преобразователь»), помогут уяснить наблюдения за работой обратной связи в регенеративном приемнике.

Пользуясь приемником прямого усиления, вы не раз замечали, что если обратную связь увеличить до возникновения генерации, прием станции сопровождается свистом. Когда, вращая ручку настройки, вы приближаетесь к волне (частоте) какой-нибудь станции, появляется свист высокого тона. Затем высота тона постепенно снижается и при резонансе свист пропадает. Если продолжать вращать ручку настройки, то при отходе от резонанса снова появляется свист, сначала низкого тона, потом все более высокого, и при значительной расстройке вы перестаете слышать свист, остается только характерное «шипенье» генерирующего детектора. Откуда появляется этот свист? Почему он слышен только при настройке на радиостанцию?

Мы уже знаем, что частота генерируемых лампой колебаний определяется собственной частотой колебательного контура. Таким образом, увеличив обратную связь до возникновения генерации и перестраивая колебательный контур (вращая ручку настройки), мы изменяем частоту колебаний, генерируемых детекторным каскадом. Из физики известно, что при смешивании колебаний различных частот образуются так называемые «биения» — новые колебания, частота которых равняется разности смешиваемых частот. Свист, сопровождающий прием станции, и есть частота биений, образующихся из-за смешивания колебаний принимаемой станции с колебаниями, которые генерирует сам детектор. Действительно, при точной настройке на частоту принимаемой станции свиста не слышно, потому что обе частоты (принимаемая и собственная) равны, разница между ними равна нулю. При небольшой расстройке приемника возникает свист. Чем больше разница между частотой принимаемой радиостанции и частотой собственных колебаний (чем больше расстройка приемника), тем выше тон свиста. При значительной разнице в частотах мы перестаем слышать свист, потому что частота биений получается очень большой и выходит за пределы звуковых колебаний.

Итак, благодаря сложению двух высоких частот получаются колебания низкой частоты. Этот же принцип преобразования более высоких частот в более низкую частоту положен в основу конвертера, позволяющего принимать короткие волны (частота от 6 до 15 *мггц*) на обычной длинноволновый приемник с диапазоном принимаемых частот от 150 *кгц* до 1,5 *мггц*.

Принципиальная схема батарейного варианта коротковолнового конвертера изображена на фиг. 54 (плакат 10). Сравнивая эту схему со схемой детекторного каскада приемника 1-V-1,

мы обнаружим небольшую разницу: отсутствует регулятор обратной связи и вместо трансформатора н. ч. в анодной цепи лампы конвертера стоит катушка без стального сердечника (дроссель в. ч. — *Др*). Необходимость в регуляторе обратной связи в конвертере отпадает, так как биения образуются лишь когда каскад генерирует колебания. Налаживание обратной связи в конвертере и заключается в достижении беспрерывной генерации по всему диапазону.

Колебания в. ч. из антенны поступают через конденсатор связи C_1 в колебательный контур, состоящий из катушки L_1 и конденсатора C_2. Благодаря обратной связи с помощью катушки L_2 лампа конвертера поддерживает в контуре собственные колебания. В результате смешивания принимаемых колебаний с местными образуются биения, частота которых выделяется в анодной цепи лампы конвертера (на дросселе в. ч. *Др*). Выделенные колебания новой, более низкой частоты подаются через конденсатор C_5 к гнезду антенны длинноволнового приемника. Если частота биений какой-либо коротковолновой станции совпадет с частотой, на которую настроен длинноволновый приемник, эта коротковолновая радиостанция будет принята длинноволновым приемником. Обычно длинноволновый приемник настраивают на частоту 300—400 *кгц* (начало длинноволнового диапазона). Перестраивая собственную частоту конвертера (переменным конденсатором C_2), добиваются того, чтобы частота биений его собственных колебаний с колебаниями принимаемой станции составляла эти 300—400 *кгц*.

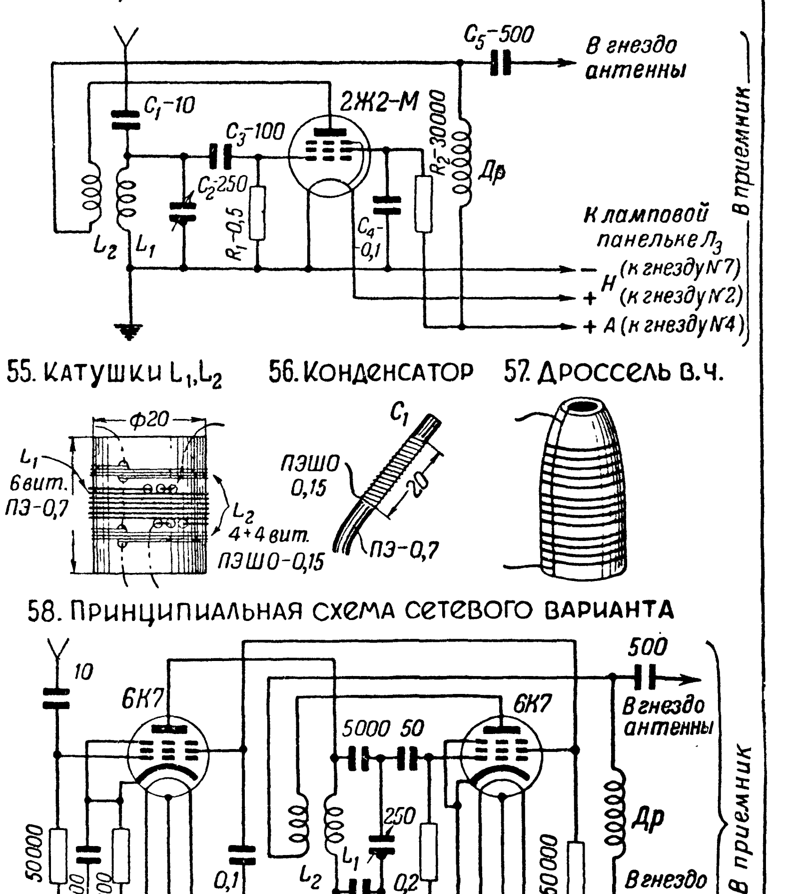
Таким образом, колебательный контур конвертера фактически настраивается на частоту, отличающуюся от частоты принимаемой станции на 300—400 *кгц*. В практике же мы этого не замечаем, потому что судим о настройке на станцию по ее слышимости. Ручкой настройки длинноволнового приемника тоже можно пользоваться — для более точной и плавной настройки, для «подстройки»

Данные деталей конвертера приведены на плакате 10. Там же изображена конструкция самодельной контурной катушки (фиг. 55), самодельного конденсатора C_1 из двух изолированных проводов (фиг. 56) и внешний вид наиболее подходящего высокочастотного дросселя (фиг. 57). Конвертер выполняется на отдельном шасси. Обычно конвертер питают от тех же самых источников тока, что и приемник, присоединяя его к соответствующим выводам из монтажа приемника (фиг. 54).

Схема сетевого варианта конвертера изображена на фиг. 58. В ней имеется каскад усиления в. ч. В батарейном

К.В.—КОНВЕРТЕР

54. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА БАТАРЕЙНОГО ВАРИАНТА



Плакат 10.

конвертере (фиг. 54) колебательный контур генератора включен в цепь антенны. В связи с этим колебания, генерируемые конвертером, излучаются антенной и вызывают в работающих поблизости приемниках свисты. Если при батарейном питании, в целях экономичности, возможна постройка однолампового конвертера, то при сетевом питании недопустимо пользование конвертером, засоряющим эфир. Наличие каскада усиления в. ч. не только отделяет антенну от колебательного контура генерирующего каскада, но и увеличивает чувствительность конвертера (громкость приема и количество принимаемых станций)

Усилитель в. ч. конвертера можно собрать с настраивающимся колебательным контуром в цепи управляющей сетки (по такой же схеме, как усилитель в. ч. приемника 1-V-1). Но ради простоты рекомендуется схема конвертера с ненастраивающимся усилителем в. ч. (с «апериодическим усилителем»). Эта схема работает немогим хуже, зато значительно проще в налаживании.

Если собранный конвертер правильно соединен с приемником и не работает, надо поменять концы его катушки обратной связи L_2.

Коротковолновый конвертер позволит принимать не только радиовещательные станции, но и передачи любителей коротковолновиков, даст вам реальную возможность стать коротковолновиком-наблюдателем. Прием телеграфной передачи производится при введенной до возникновения генерации обратной связи в детектором каскаде приемника.

ЧЕМ ЗАНИМАТЬСЯ ДАЛЬШЕ?

В этой книге были описаны наиболее простые и распространенные работы, через которые проходит почти каждый радиолюбитель. Это как бы общая для всех радиолюбителей «первая ступень». Когда вы окончите эту первую ступень, перед вами откроются широкие возможности дальнейшего самоусовершенствования. Вот краткий обзор тех основных направлений, в которых работают радиолюбители.

Радиовещательные приемники. Большинство радиолюбителей не удовлетворяются приемником прямого усиления. Обычно, вслед за ним приступают к постройке простого супергетеродина. После освоения техники налаживания супера 2-го класса радиолюбителю остается приступить к самостоятельному конструированию более совершенных приемников (малогабаритных, походных, радиол с высоким качеством звучания), к изысканию способов борьбы с помехами радиоприему, наконец, к изготовлению суперов 1-го класса с раз-

личными автоматизациями, с кнопочной настройкой, с растянутыми диапазонами коротких волн и т. д.

Усилители низкой частоты являются составной частью радиоприемника, но ими часто занимаются как самостоятельными конструкциями (для воспроизведения граммзаписи, для трансляционных целей, для аппаратов звукозаписи и для специальных целей). Основная проблема конструирования усилителей низкой частоты — получение неискаженного усиления звуков. Широкое экспериментирование с отрицительной обратной связью, с различными методами регулирования тембра, с экспандерами (приспособлениями для расширения диапазона громкостей),— вот что предоставляет радиолюбителю практика постройки усилителей Н. Ч. Радиолюбители разрабатывают усилительную аппаратуру и для радиоузлов, борются за экономичность питания сельских радиоузлов, создают радиоузлы-автоматы, работающие без дежурного техника.

Короткие волны и УКВ. О путях приобретения специальности коротковолновика-радиста уже говорилось в последней главе первой брошюры. Здесь остается добавить, что коротковолновиком-наблюдателем может стать каждый радиолюбитель, имеющий коротковолновый приемник для приема телеграфных сигналов. Большие возможности дают любителю-коротковолновику занятия ультракороткими волнами (У. К. В.). В настоящее время любители У. К. В. осваивают новый метод высококачественной передачи звука — частотную модуляцию (Ч. М.). Конструирование различных радиостанций, применение радиосвязи в народном хозяйстве, изыскание новых методов радиосвязи, изучение эфира — область деятельности коротковолновиков.

Звукозапись. В течение последних лет широкое распространение получил новый способ записи звука — магнитная запись. Принцип ее заключается в том, что лента, покрытая слоем магнитного материала, намагничивается с помощью электромагнита, по обмотке которого проходит ток н. ч. от микрофона. Так происходит запись звука на ленту. Когда намагниченная лента движется мимо катушки, благодаря электромагнитной индукции в катушке возникает э. д. с. низкой частоты. Эта э. д. с. после усиления заставляет звучать громкоговоритель. Так происходит воспроизведение звуков. Простота конструкции аппарата магнитной записи звука («магнитофона»), простота его обслуживания, высокое качество звука и целый ряд других преимуществ послужили широкому распространению этого вида звукозаписи среди радиолюбителей.

Телевидение — самая интересная, но в то же время и самая сложная область радиотехники. Говорят, что телевиде-

ние — сливки со всей радиотехники. Телевидение сочетает в себе и У. К. В. с Ч. М., и современные достижения электронно-вакуумной техники, и совершеннейшую усилительную технику, и технику получения высоких напряжений, и технику генерирования и преобразования различных форм переменных токов. Занятия телевидением требуют большого теоретического фундамента и высокой квалификации в практической работе. Телевидение предоставляет очень большие возможности для экспериментирования. Ряд интереснейших задач необходимо решить в этой области, в том числе — создать массовый, простой и дешевый телевизор. Проблемы большого экрана, дальности передачи, цветного и стереоскопического изображения, — все это подлежит детальному изучению.

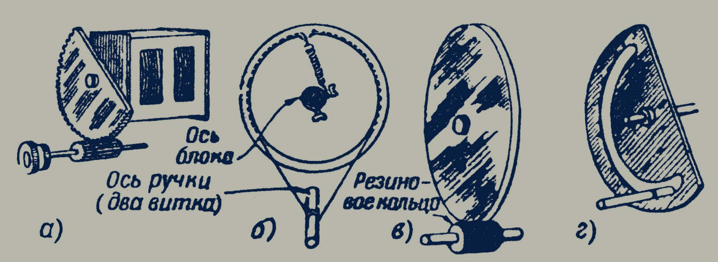
Радиоизмерения. Если описанные нами простейшие конструкции удается выполнять без помощи измерительных приборов, то налаживание более сложной аппаратуры становится в этом случае сомнительным. Такие измерительные приборы, как вольтметр и омметр, являются совершенно необходимыми в практике радиолюбителя. Обзавестись ими надо еще до постройки супера. Измерительную аппаратуру радиолюбители изготовляют сами. Она помогает видеть жизнь радиоприбора, определить его болезни, вылечить от них. Некоторые радиолюбители специально посвящают свои занятия радиоизмерениям, ибо радиоизмерительная техника — это то, что позволяет добиться успеха при постройке любой радиоаппаратуры.

ОТВЕТЫ НА ЗАДАЧИ

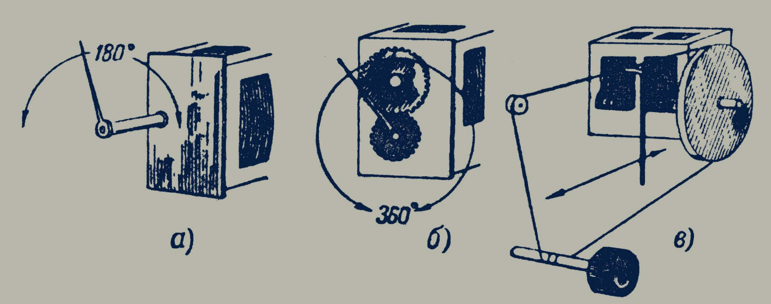
1. 1,98 *в*, 2. 3 элемента, 500 час., 3. 4 элемента, 4. 18 *вт*, 5. 8 *в*.

ВЕРНЬЕР и ШКАЛА

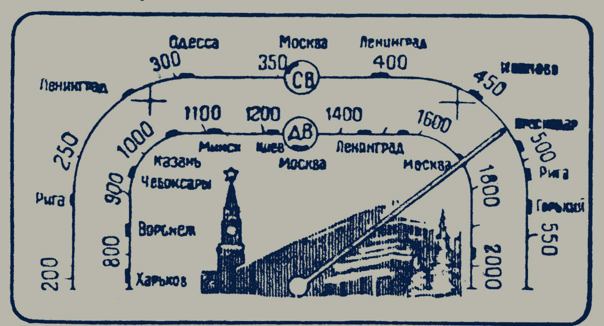
варианты устройства верньерного механизма



механизм указателя настройки



образец шкалы приемника 1-V-1



Цена 3 руб.